SILENT SPRING

寂静的春天

只要春天还能听到鸟叫，我们就应该感谢她 —— 蕾切尔·卡森

〔美〕蕾切尔·卡森 著　庞洋 译



台海出版社

SILENT SPRING

一本追求真理、充满非凡个人勇气之书
惊醒美国政府和全世界
引发全球环境保护运动



ISBN 978-7-5168-0500-8

定价: 34.80元

寂静的春天

只要春天还能听到鸟叫，我们就应该感谢她——蕾切尔·卡森

〔美〕蕾切尔·卡森 著　庞洋 译

台海出版社

图书在版编目（CIP）数据

寂静的春天 / (美) 蕾切尔 · 卡森 (Carson,R.) 著；庞洋

译. -- 北京：台海出版社, 2014.11

ISBN 978-7-5168-0500-8

Ⅰ. ①寂… Ⅱ. ①蕾… ②庞… Ⅲ. ①环境保护—普及读物 Ⅳ. ①X-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第251488号

寂静的春天

著　　者：(美) 蕾切尔 · 卡森 (Carson,R.)　译　　者：庞　洋

责任编辑：刘文卉　　装帧设计：尚世视觉

版式设计：刘丽娟　　责任印制：蔡　旭

出版发行：台海出版社

地　　址：北京市朝阳区劲松南路1号，　邮政编码：100021

电　　话：010—64041652（发行，邮购）

传　　真：010—84045799（总编室）

网　　址：www.taimeng.org.cn/thcbs/default.htm

E － mail：thcbs@126.com

经　　销：全国各地新华书店

印　　刷：北京彩虹伟业印刷有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误，请与本社联系调换

开　　本：145 × 210　1/32

字　　数：250千字　　印　张：11.25

版　　次：2015年2月第1版　　印　次：2015年2月第1次印刷

书　　号：ISBN 978-7-5168-0500-8

定　　价：34.80元






卡森：让春天不再寂静

尹传红

《科技日报》主任编辑、中国科普作家协会常务副秘书长

半个世纪之前的那个春天，远在大洋彼岸，一位年仅57岁的优雅女士，怀着对这个世界的深情眷恋和深重忧虑，撒手离去。

她留下了一部给全球带来极大震撼的警世之作——《寂静的春天》，还有纷纷扰扰的“争议”。

有人说，只要春天还听得到鸟叫，我们就应该感谢她——蕾切尔·卡森（Rachel Carson，1907—1964）。

这句话或许有点儿夸张，但今天应该没人会否认，现代环境运动的肇始，当以1962年《寂静的春天》问世为标志。而这部名著的创作恰恰是因鸟儿遭受滴滴涕（DDT）滥用所害促发。

吓人的小鸟

1958年1月，出版过几部海洋科普读物并颇有些声名的生物学家蕾切尔·卡森，收到马萨诸塞州一位住在鸟类保护区里的熟人、报纸编辑奥尔佳·欧文斯·哈金斯的来信，获悉DDT已造成保护区内的鸟类濒临灭绝，情况非常糟糕：

去年，灭蚊飞机飞过我们的小镇，……喷洒了好几种致命的药。……一下子毒死了我们七只可爱的鸣鸟。第二天早上，我们就在门前捡到三只死鸟。它们都是些跟我们生活得很近、信任我们、在我们的树上筑巢多年的小鸟。

奥尔佳信中所述表达了自己的悲愤之情："……所有的这些鸟儿死去的样子都很吓人。它们的嘴张得大大的，张开的爪子都痛苦地耷拉在胸口。"

其实，卡森对DDT造成的危害早有了解，并且曾在1945年7月15日给《读者文摘》的编辑写过一封信，提出了DDT可能给人类带来的一些危害，认为这"是对每一个人都有影响的事"。信中她写道：

就在马里兰州我家的后门，进行着一项重要而有趣的实验。大家都听说过DDT可以消灭害虫。这项实验旨在证明，当DDT用于更

加广泛的领域时是否会有其他作用；它对于益虫或重要的昆虫又会如何；它对靠昆虫为生的水禽以及鸟类会有什么影响；如果使用不当时对自然平衡会有什么破坏。

遗憾的是，当时这本畅销杂志可能认为关于杀虫剂的文章不合其口味，也可能并不打算接受卡森的观点，所以并未刊载这封信的内容。不过，与DDT相关的这个问题卡森一直没有彻底忘记，奥尔佳信中谈到的情况更是让她感到震惊和愤怒。

此番奥尔佳希望卡森能利用她生物学家和科普作家的威望，影响政府官员去调查杀虫剂的使用问题，可卡森觉得给杂志撰写文章警示公众或许更为有效。然而，她所联系的编辑们竟然都回绝了她的请求。在那个时候，政府官员和科学家都把DDT当成化学上的奇迹、一种“革命性”的新农药和“虫子原子弹”，并为它欢呼；它的发明者、瑞士化学家保罗·米勒因此还获得了1948年诺贝尔生理学或医学奖。而深得其益的生产商更是“快马加鞭”，将这种新型化合物推向了更为广阔的市场，鼓动更多的农民用来控制危害农作物生长的害虫。

卡森思之再三，认为揭示真相自己责无旁贷，于是下决心要把她对这些问题的思考和见解写出来。她要让公众认识到，尽管DDT曾经被认为是“人类的救星”，但它和其他杀虫剂实际上也有可能成为“人类的杀手”，因而强效化学制剂的使用应更为谨慎、更加节制。

在跟一位好友谈到自己的计划时，卡森说：“我知道自己在做什么，如果再保持沉默，我的内心就无法平静。”

此刻她的内心之所以无法平静，跟她过去的生活经历有很大的关系。

惊人的变化

卡森1907年出生于美国宾夕法尼亚州匹兹堡市的泉溪镇。她的父亲有一个农场，却几乎没有固定的工作，只干过一阵不动产和保险的推销员。她的母亲做过教师，对文学和大自然颇有兴趣。早年家里曾经置过地产，可非但没有因此发迹，反而在随后到来的大萧条时期，这些地产都无法变卖，以至卡森的学费一度无从着落。不过，生活在农场里的卡森却因此跟充满鸟语花香的自然环境有了较多接触，并且沉醉于其中。

卡森成长的年代，亦正值美国工业文明迅猛崛起之时。匹兹堡是钢铁之都，卡森在那里就读于宾夕法尼亚女子学院，主修生物学。大学4年间，她亲眼目睹了空气是怎样变得越来越污浊的过程。浓重的煤灰几乎可以遮天蔽日的景象与卡森从小生活的田园风光形成了鲜明的对比。大学毕业之际，她发现昔日一望无际的田野已被发电厂那一排排高耸入云的烟囱所取代，河水也变得又脏又臭。当然她也清楚，这些造成环境污染的企业都为当地的就业机会做出了贡献。

1929年大学毕业后，卡森进入伍兹霍尔海洋生物实验室学习。1932年，她拿到了约翰·霍普金斯大学的动物学硕士学位，随后受雇于美国渔业与野生动物管理署，从事海洋生物研究，并担任出

版物主管。这个职业让她经常有机会与在野外工作的生物学家打交道，还能接触大量关于海洋的一手资料。

卡森热爱自然，又非常喜欢写作。于是，她就以自己熟悉的大海为对象，创作了一系列科普作品。这些作品在《大西洋月报》和《纽约人》等著名杂志上连载后又成书出版，一时佳评如潮，她由此也成为当时美国颇有声名的科普类畅销作家。

1952年，卡森辞职在家，开始专业写作。

沉寂的城镇

关于DDT“杀手”一事，卡森很快便开始行动：收集资料，实地考察，调查访谈。她联络了许多昆虫学家、化学家、生物学家和病理学家，并且拿到了大量第一手的研究资料。她还深入了解了多宗环境诉讼案，走访了好些因喷洒农药而患病的农场工人，以及家里有宠物犬和家畜被杀虫剂毒死的家庭。

而在另一条“战线”上，起初工作进展比较顺利，卡森很容易就能从政府部门和图书馆得到她想要的信息。但是，当官员们发现她写作的内容后，就不愿意再合作了，甚至还有不少人试图阻止她接触这些资料。此时，她的身体也不是很好，正承受着多种疾病的困扰。

按照卡森最初的设想，她本来要写的是一本论述DDT影响的小册子，而非一本“大书”。所以，1958年5月，在她和哈顿·米夫林出版公司签订出版合同时，拟定的题目为《控制自然》。并且计划

当年7月完稿，次年1月出版。

然而，随着调查、研究和思考的逐渐深入，卡森改变了最初的想法。

“我对杀虫剂的作用了解得越多，就越感到害怕。我意识到这是一本书的写作素材。”后来回忆起1958年年初的日子，卡森这样说道，“我发现，作为一个自然主义者，对我非常重要的事物都受到了威胁，在我所能做的事情当中，没有一样是比写书更重要的了。”

此时卡森心里很清楚，一个谈论DDT的小薄册，概括不了她所掌握的丰富材料，也包容不下那个必得延伸开来的宏大主题。她要完成的，将是一本前所未有的改变人类对待自然的态度，乃至人类思维方向的书。

断断续续地写了3年多，卡森终于完成书稿。开篇，她以隐喻的手法写道：

从前，在美国中部有一个小镇，小镇上的万物和四周的环境融洽和谐。……许多年前，人们第一次在这里定居，盖房、打井、建起谷仓。在那之前，就一直是这幅景象。

然后一种奇怪的疫病开始蔓延，一切都开始变了。某种邪恶的咒语被施加到小镇上：神秘的怪病席卷鸡舍；牛羊逐渐病死。死亡的阴影笼罩着每一寸土地。农人们议论着家人的多病，小镇上的医生面对病人身上的新症状也越来越困惑不解。……

静得出奇。比方说，鸟儿都去哪了呢？许多人说着这件事，觉得困惑不安。后院鸟儿觅食的地方冷冷清清。偶尔能看见的几只鸟

也已经奄奄一息；它们剧烈地打着战，飞也飞不起来。那是个万籁俱寂的春天。知更鸟、猫鹊、鸽子、松鸡、鹪鹩的合唱和其他鸟类的配乐声曾撩动了春日的清晨，现在却毫无声响，只剩下沉寂笼罩在田野、树林和沼泽地的上方。

到底是什么使得镇子里的春天之声沉寂下来了呢？

这正是卡森创作的新书“想尝试着给予解答”的问题。

喧哗的声浪

书稿付梓后，著名的《纽约客》杂志率先从1962年6月16日起，对其三期连载，旋即此书便轰动全国。书稿最初的名字叫《人类与地球的对抗》，当编辑保罗·布鲁克斯读到书中开篇“明天的寓言”中对于“一种奇怪的寂静”的描述时，大发感慨也灵感突发，遂把书名改为《寂静的春天》。卡森对此予以认同，她的文学经纪人玛丽·罗黛尔还找到了英国著名诗人约翰·济慈的诗句作为题词：

湖上的芦苇已经枯萎，
也没有鸟儿歌唱。

1962年9月27日，《寂静的春天》正式出版，并在两周后登上了《纽约时报》畅销书排行榜的榜首，很快便售出了4万册，到当年12

月已卖出了12万册。在1962年的整个秋季，《寂静的春天》都高居《纽约时报》畅销书排行榜的第一位。人们都惊叹于卡森所设想的那样一个可怕的情景：假如 DDT被不加控制地继续使用，那么鸟类和其他的野生动物都会因为这种毒药而灭绝，最后留给我们人类的就只能是一个“寂静的春天”。

“先知”发出的刺耳之声一开始总是难以被认同的。他人的不理解、不开窍、不在乎只是所遇问题的一个方面，更严重的事情其实在于，有些人感觉到他们的利益受到了威胁。这就难怪，《寂静的春天》尚未问世便遭遇到许多阻挠，出版后更是招来了诸多攻击和谩骂——从“煽情”、“自然的女祭司”，到“歇斯底里的女人”和“极端主义分子”，什么难听的话都有。美国农业部一位前任部长在写给前总统艾森豪威尔的一封信中竟然写道：“卡森外貌很吸引人，却一直未婚，所以‘她可能是一个共产党人’”。

代表主流商业文化的企业人也做出了如此陈述：“没有鸟类或动物我们可以照样活，但是，正如目前市场不景气所显示的那样，没有商业我们就活不了。”有人挖苦道：“对于那些坐在家里写书的人来说，环境保护听起来极其美妙，但对于家庭主妇来说，谁愿意去买被虫蛀烂的苹果呢？”也有人诋毁她是在“溺爱”野生动物。更有甚者，针对书名写了首打油诗：“千言万语只为说明，比人命更值钱的是鸟儿的生命。”

来自化学工业界、农药生产商和某些专家的攻击尤为猛烈，他们指责书中包含了“荒唐的错误”和“耸人听闻的推论”。有家农药公司雇人逐字逐句地推敲书中内容，然后质疑论述的可靠性，说她学的是海洋生物学，而非生物化学。著名的生物化学家罗

伯特·怀特—史蒂芬斯将卡森斥为“自然界平衡崇拜的狂热辩护人”，还煞有介事地“提醒” 公众说：“如果人类忠实地遵循卡森小姐的教导，我们将回到黑暗时代，昆虫和疾病以及害虫将再次接管地球。”

化学工业界几乎结成了“统一战线”来对付卡森的“威胁”。当时某些化学公司威胁要从那些为《寂静的春天》说过好话的园艺杂志和报纸增刊撤回广告。从1962年11月开始，制造业化学家协会每月都向新闻媒介寄去专栏文章（其实是花钱雇人写的“软文”），强调施用化学药剂的“积极方面”，同时还把这类资料邮寄给10万个人。国家农业化学药品协会把公共关系预算翻了一番，并散发了成千上万份书评，都是批评《寂静的春天》的。

有趣的插曲

实际上，卡森并非对杀虫剂有偏见。她在书中很清楚地表明了自己的态度：“我的意见并不是化学杀虫剂根本不能使用。我想说的是，我们把有毒的和对生物有效力的化学药品不加区分地、大量地、完全地交到人们手中，而对它潜在的危害却全然不知。”这正是当时的人们很难觉察的危险。

她反复强调这样一种观点：“地球上的所有生命都是相互联系在一起的，每个物种都与其他物种有关联，都跟地球相关。这是《我们四周的海洋》以及其他海洋图书的主题，也是《寂静的春天》所传

递的信息。” 她在《寂静的春天》第二章里写了这样一段话：

我们在未经人民允许，甚至通常在他们毫不知情的情况下，把无数人暴露在这些毒素中，如果人权法案中没有一条规定保障公民有不受个人或公职人员投放致命性毒药危害的权利，那一定是因为我们的祖先尽管拥有非凡的智慧与远见，却仍未想到会有这样的问题。

可在争论展开之时，业界乃至政府并没有真正把卡森的警示太当回事。《化学和工程新闻》杂志发表了一篇语含讥讽、傲气十足的评论，标题是“沉默吧，卡森小姐”。著名的生物化学家、美国氰氨公司生物化学部主任托马斯·居克斯放言称：“在我们看来，最大的问题是卡森小姐。”

而负责推广和规范农药的联邦机构——美国农业部，竟把这场争论看做是一个“公共关系问题”，并且打算“控制损失”。商务部对农药问题的担心，则主要是全国性的争论可能会对农药化学工业产生负面的影响。当时，农业部和卫生教育与福利部开展的少量研究，也主要着眼于农药对人和动物的直接后果，而不是针对它们的生态影响；而且，这两大政府部门相互间很少协作。

好在美国总统科学顾问委员会开始关注此事，并意识到“这个问题的严重性将迫使很多人改变他们的观点。”这中间还有一个有趣的插曲：英国国防部首席科学顾问苏利·祖克尔曼爵士在致美国总统科学顾问委员会成员、物理学家杰罗姆·维斯纳的一封信中，引述了英国上议院里的一段调侃，其中讲到波利尼西亚食人族酋长的故事，说：“他现在不再允许他的部落吃美国人了，因为美国人

的脂肪都被氯代烃污染了。”

1963年1月，美国总统科学顾问委员会专门小组向卡森发出了进行一个非正式会晤的邀请，以讨论她所关心的问题。按照美籍华裔学者王作跃的记述（参见《在卫星阴影下——美国总统科学顾问委员会与冷战中的美国》一书），卡森相信“这也许是改变某些想法的一个机会”，便于26日那天赴会，与专门小组成员谈了一整天。卡森温和的观点令该小组成员印象深刻，并且打消了那些对书中一些激进主张有所怀疑的人的顾虑。不久，该小组完成了一份“有关农药的工作报告”。

美国农业部看到这份报告的初稿后顿生戒备，并以愤愤然的态度进行了反驳，认为报告存有偏见——根本不考虑农药的好处而过于关注它们的危险，“可能会深深地损害美国农业”，导致公众对食品供应安全“彻底失去信心”。卫生教育与福利部也担心报告“会让大家对我们食品供应的安全性和政府的健康保护措施产生疑问”。一位大学学者则认定：“这份报告受到过分情绪化和偏激说法的影响，这是《寂静的春天》和其他有关这个主题的煽动性作品的特点……在我看来，这种写作思路有失总统科学顾问委员会的尊严。”

在对报告的修改过程中，美国总统科学顾问委员会专门小组虽然作了一定程度的让步，但仍坚持其在主要结论上的立场，并且回绝了农业部对于删掉报告中仅有的一段对卡森著作低调而真诚的赞美的请求，那段话是：“公开发表的文章和小组成员的经验都表明，在卡森小姐的书出版之前，人们大都还不知道关于农药毒性的已有信息。”农业部依然在较劲，反对在报告中提及卡森的书，理由是“在一份科学报告中提到这样一个有商业用途的出版物是不恰

当的”。可专门小组最终没有理会，因为“如果不提到这本书，那就是一种故意的轻蔑。”

明媚的日子

当上述角逐和争斗悄然进行之时，媒体的热情也渐渐地高涨起来。影响巨大的《纽约时报》发表社论，肯定了卡森著作的积极意义。受众广泛的哥伦比亚广播公司在1963年4月3日播出了“蕾切尔·卡森的《寂静的春天》”电视专题节目。面对同“台”亮相的反对者，卡森呼吁公众对技术的承诺保持一种正常的怀疑态度。她说：“我们听说过农药的好处，我们听到过很多有关它们的安全性的说法，但却很少听到它们的危害，很少听到它们的失败、低效……因此我着手恢复这里的平衡。”

卡森的告诫在相当一部分公众中产生了共鸣，同时也促使美国总统科学顾问委员会尽早将其起草的那份关于农药的报告定稿，并报送肯尼迪总统。这份报告在很大程度上支持了卡森在《寂静的春天》中提出的各项具体主张和总的理念。它提议由合适的联邦部委和机构来启动公共教育计划，以说明农药的毒性和使用；在一个控制环境污染的全面计划得到实施之前，迅速强化一些暂时性的措施。对此，王作跃评价说：该报告为这样的论点提供了一个先例，即在面对环境变化可能带来的灾难性后果时，应该站在保守的立场，采取步骤以缓解问题，这比在开始行动之前坐等所有的数据和证据更为谨慎。最终，是果断的政治领导、开明的技术理性，以及

掌握科学的公共行动主义联合起来，把这场有关农药的争论变成了现代环境运动的开端。

令人欣慰的是，这份正式报告不仅提到了卡森的名字，而且还把她的书名加进了整个报告中被引用次数最多的句子中：“公开发表的文章和小组成员的经验表明，直至蕾切尔·卡森《寂静的春天》出版之前，人们普遍没有认识到农药的毒性。”

报告正式向公众发行（1963年5月15日）的第二天，《基督教科学箴言报》用大字标题报道：“蕾切尔·卡森被证明是对的”。《纽约时报》则在头版刊发的电讯中宣布：“总统科学顾问委员会今天就农药的使用警告全国”。

卡森在白宫发布报告的当天也迅速作出反应，向哥伦比亚广播公司发表评论说：

“我认为这是一个非常好的报告。它很有分量。它是客观的，而且我认为它对这个问题的评价是公正的。我觉得报告为我和我的主要观点做了辩护。我尤其高兴的是，（报告）重申了这样的事实，即公众有权利了解事实，这说到底也是我要写《寂静的春天》的最重要的原因。”

哥伦比亚广播公司当晚播出这个特别节目时用的标题是：“对蕾切尔·卡森《寂静的春天》的裁判”。主持人不无兴奋地宣称：该报告“显而易见地证实”卡森已经实现了她“给政府点一把火”的目标。

永远的纪念

1964年4月14日，卡森因患癌症与世长辞。

就在去世前不久，卡森还在一次演讲中发出警告：合成化学物质的污染已经演变成一个前所未有的实验，而人类已经被迫成为这个特殊实验的对象。“我们迫不得已、正在将整个人类暴露在合成化学物质面前，在动物实验中，这些化学物质已经被证实是极其有害的；而且，在很多情况下，这种毒害作用可以被积累、放大。我们一生下来就开始受到这些化学物质的污染，甚至尚未出生，还在母亲体内时就已经受到污染了。如果人们不从此改弦更张的话，这种污染将会终生跟随我们。而这种污染会引起怎样的后果，目前却谁也无法预料，因为根本就没有这样的先例可以用来帮助、启示我们作出预测和判断。”

今天这个时代的人们，恐怕已有身陷其中、进入“角色”之虑了。

再回首，1959年美国总统大选之时，正在竞选总统的肯尼迪和尼克松还曾当众吃下威斯康星州产的越橘，以表示对种植者的声援，因为这些越橘被指受到杀虫剂的污染。但后来，卡森又受到肯尼迪总统的特别邀请，出席其家庭聚会，说明政府开始意识到环保事业已经引起公众的关注。

1970年1月1日，美国最重要的独立的环境法案——《国家环境政策法案》签署生效。在这部法案众多的条款中，它确定并设立了当今美国最重要的制定环境政策和处理环境问题的独立单位——

美国环境保护总署。同年4月22日，美国首次在全国范围内举行了“地球日”活动，并延续至今，每年都不间断，规模和范围也不断扩大。

1972年，美国全面禁止DDT的生产和使用；同年，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开了具有里程碑意义的联合国人类环境会议。“只有一个地球”从此成为全人类的共识。

1980年，美国政府追授卡森美国普通公民所能得到的最高荣誉——总统自由奖章。时任美国总统的吉米·卡特在致辞中肯定了她的环保先驱者地位，称赞她“给美国和世界带来的是一个觉醒的春天。”

1994年，美国副总统戈尔在给再版的《寂静的春天》作序时写道：

作为一名民选官员，为《寂静的春天》作序，我心怀恭谦，因为蕾切尔·卡森这一里程碑式的著作无可辩驳地证明了思想的力量要远远强于政治家的力量。1962年该书首次出版之时，公共政策的词汇表中甚至没有“环境”这个词。在一些城市，尤其是洛杉矶，烟雾引起了人们的担忧，但这更多的是因为外观而非其对于公共健康的威胁……《寂静的春天》的出现就如同旷野里的呼喊，作者以深刻的感受、透彻的研究以及生花的妙笔改变了历史的进程。如果没有这本书，环境保护运动或许会滞后许多年，甚至可能现在都尚未开始。

这位超前的思想家深刻洞察了技术和进步背后所隐藏的危险代价，并通过预言一种可能的灾难惊醒了整个世界。正是由于她艰苦

卓绝的奋争和呼吁，大大激发了人们的生命意识与自然意识，改变了人们看待自然界的方式乃至人类思维的方向。也因此，环境保护事业作为一项公共政策才逐渐被公众认可和接受。

蕾切尔·卡森，一个呼唤春天觉醒的人，我们应该永远记住她。

（注：本文原载于中国环境文化促进会主办的《绿叶》杂志2014年第4期，特此致谢。文章收入本书时，略有改动。）




引言

作为一名民选官员，为《寂静的春天》作序，我心怀恭谦，因为蕾切尔·卡森这一里程碑式的著作无可辩驳地证明了思想的力量要远远强于政治家的力量。1962年该书首次出版之时，公共政策的词汇表中甚至没有“环境”这个词。在一些城市，尤其是洛杉矶，烟雾引起了人们的担忧，但这更多的是因为外观而非其对于公共健康的威胁。资源保护——环境保护主义的前身——曾在1960年民主党和共和党的代表大会上被提及，但仅仅是在讨论国家公园和自然资源时顺带提及。而且除了在一些大多数人很难看到的科学杂志上三三两两地散布着一些内容，几乎没有公共讨论是针对DDT、其他农药以及各类化学物质所造成的

越来越多的看不见的危险。《寂静的春天》的出现就如同旷野里的呼喊，作者以深刻的感受、透彻的研究以及生花的妙笔改变了历史的进程。如果没有这本书，环境保护运动或许会滞后许多年，甚至可能现在都尚未开始。

可以想象，这本书和作者本人（曾任鱼类和野生动物管理局的海洋生物学家）受到了来自污染获益者的极大阻力。大型化学公司试图打压此书，而《纽约客》上刊发了本书节选后，立刻出现了齐声非难卡森的情形，指责她是歇斯底里的极端分子——直到今天仍能听到此类控诉，只要有人质疑那些环境污染的既得利益者，这些控诉就会出现（我曾于1992年选举时被戴上了“臭氧人”的帽子，这一称呼的本意并非赞美，但我却作为荣誉勋章欣然接受，我知道提到这些问题就会不可避免地引发激烈的反应，有时这些反应已经到了愚蠢的地步）。直到该书广泛发行时，更是有各路惊人的力量共同反对卡森。

卡森受到的攻击可以和查尔斯·达尔文发表《物种起源》时受到的猛烈炮火相提并论。更过分的是，由于卡森是一名女性，大部分的非议都针对她的性别开火。说她“歇斯底里”就是典型的这类攻击。《时代周刊》说卡森使用了“煽动性的文字”，这又是另一条指责。她作为科学家的公信力也遭到了攻击：反对者出资进行宣传，意图驳斥卡森的研究工作。这些和攻势猛烈、资金充裕的负面选举宣传如出一辙，不过这次却非针对一名政治候选人，而是针对一本书和它的作者。

在这场战争中，卡森凭借的是两种决定性的力量：对于真理的审慎与尊敬，以及极致的自我锤炼。她反复检查《寂静的春天》一

书中的每一个段落，而过去这些年的历史相较于她的警告而言，有过之而无不及。她的勇气与远见，远远超出了她意欲挑战这一强大而利润丰厚的工业行业的初衷。在撰写此书期间，她忍受着根治性乳腺切除术以及后续放射治疗的痛苦。在该书出版两年后，她还是因为乳腺癌与世长辞。讽刺的是，新的研究指出，乳腺癌和暴露在有毒化学物质间有密切的关系。某种意义上说，卡森是在为自己的生命而书写。

她的写作和科学革命最早期根深蒂固的正统说法格格不入，这种说法认为人（当然这意味这人类中的男性）正是万物的中心与主宰，科技的历史主要就是男性统治的历史——而且期望其最终可以达到几乎绝对统治的状态。而一位女性竟敢挑战这一正统说法，当时它的主要卫道者之一罗伯特·怀特·史蒂文斯如此回应，说“支撑这场辩论的症结所在，就是卡森小姐坚称自然的平衡是人类赖以生存的主要力量，而现代化学家、现代生物学家和科学家都认为人类将自然牢牢掌握在手中”，这种说法现在听起来不仅傲慢，而且和“地球是平的”一样可笑。

在今天看来这种世界观是荒谬可笑的，这恰恰说明了蕾切尔·卡森的革命精神。集团利益各方的攻击如期而至，甚至连美国医学协会都站在了化学公司的一边。而且，发现了DDT杀虫功效的人还获得了诺贝尔奖。

然而这本书却并未被封杀。虽然书中提出的种种问题并未立刻得到解决，但这本书却大受欢迎，得到了公众的广泛支持。除了因为本书令人信服之外，卡森前两本畅销书《我们周围的海洋》和《海洋的边缘》不但使卡森获得了经济独立，还为她带来了公信

力。与此同时，出版《寂静的春天》一书时，正处于60年代的前几年，那个年代可不平静，在那十年中，美国人或许比以往任何时候都有着更充分的准备，愿意听到看到书里传达的信息。在某种意义上说，这位女性和这一时代同时到来。

最后政府和公众都投入了进来——不仅包括本书的读者，还包括读了相关新闻、看了相关电视节目的人们。《寂静的春天》销量突破50万册时，哥伦比亚广播公司安排了一期长达一小时的节目，而且在两大主要赞助商都撤销赞助的时候，仍然播出了该节目。肯尼迪总统在一次新闻发布会上就此书进行了讨论，并委任一个特别专家组对书中结论进行检测。该小组的发现报告中充满了对于企业及政府漠视的控诉，也证实了卡森对于杀虫剂潜在危害所发出的警告是正确的。不久后，国会就开始举行听证会，第一批草根环保组织也成立了。

《寂静的春天》一书为新行动主义播下的种子现在已成为史上最伟大的群众力量之一。蕾切尔·卡森于1964年春天去世时，人们就开始明白她的声音永远不会被湮没。她唤醒的不单是美国，而是全世界。本书的出版恰恰可以视作新环保运动的开端。

《寂静的春天》对我个人有着深远的影响。我们曾在妈妈的坚持下在家里阅读此书，并在饭桌前进行讨论。在那些需要在餐桌前讨论的书里，我和姐姐一本都不喜欢，但我们就此书进行的讨论却是愉快又生动的回忆。没错，蕾切尔·卡森是我如此关注环境并积极投身环境事业的原因之一。她的事迹激励我写下了《平衡中的地球》一书，这本书也由休顿·米夫林出版公司出版，这绝非巧合，

正是这家公司在论战中全程支持卡森，此后因出版了许多环境危机类优秀书籍而赢得了美誉。卡森的肖像同各位总统及首相等政治领袖的肖像一同挂在我的办公室里。已经挂了许多年了，也应当挂在那儿。卡森对我的影响和其他那些人的影响都旗鼓相当，甚至更深远，或许比他们加起来的影响还要大。

卡森既是科学家，又是位理想主义者，她还是一位孤独者，她善于倾听当权者时常会忽略的声音。《寂静的春天》的构想来源于马萨诸塞州达克斯伯里一位名为奥尔加·欧文斯的女士的来信，信中说DDT正导致鸟儿死亡。今天，卡森的成就促成了DDT的禁用，也因此使某些她尤为关注的某些物种——鹰和隼——不再处于灭绝的边缘。而人类，或者至少说有成千上万的人类生命也一样将因为她写下的篇章而得到拯救。

因此难怪人们会把《寂静的春天》的影响力和《汤姆叔叔的小屋》相提并论。在少数几本改变了整个社会的书籍中，就有这两者的名字。然而二者也有重大区别。哈利耶特·比特·斯托将已经存在于人们脑海中的公共焦点问题戏剧化了；她将这一已经引起了全人类关注的问题拟人化了。她所刻画的奴隶形象感动了全国人民的良知。亚伯拉罕·林肯在南北战争战事正酣时见到了，他说：“你就是引发了这一切的小妇人啊。”与之相反，蕾切尔·卡森则警告人们注意一个几乎没人意识到的危险；她试图将某件事提上全国日程，而非为已经存在于日程表上的某事提供证据。从这一角度看来，她的成就更加难能可贵。讽刺的是，她于1963年在国会面前作证时，参议员亚伯拉罕·利比科夫的欢迎辞竟怪异地回应了正好100年前林肯的话：“卡森小姐，您就是引发了这一切的妇人。”

两本书之间的另外一个不同之处在于《寂静的春天》一书的核心思想持续对人类生活产生影响。奴隶制度在几年时间内就可以废除，历史也确实如此，尽管过了一个世纪甚至更久人们才开始着手处理其后续问题。但是如果说，大笔一挥就能废除奴隶制，化学污染却不能如此。尽管卡森就此事进行了强有力的论证，尽管美国采取了诸如禁止使用DDT等相关措施，环境危机却日渐恶化，而非好转。或许灾难蔓延的速度慢了下来，但灾难本身令人不安。自《寂静的春天》出版后，仅农场上对于农药的使用就翻了一番，增加到每年11亿吨，而这些危险化学物质的产量则上涨了百分之四百。我们在国内禁止了某些农药的使用，但却仍在制造这些农药并出口至其他国家。这不仅说明了我们愿意向他人出售自己无法接受的有害物质而牟利，还说明了人们并未意识到科学的法则并不遵从政治的界限这一基本理念。毒害任何一个地方的食物链最终都会导致每个地方食物链都将中毒。

卡森为数不多的演讲中，曾有一次在美国园林俱乐部进行，这也是她最后进行的讲演之一。她当时称，在情况好转之前会先经过恶化的阶段："这些问题牵涉很广，也不好解决。"然而她也警告说我们等得越久，风险就越大："我们正把整个种族都暴露在化学物质中，而动物实验已经证明了这些物质毒性极强，在许多情况下毒性都会叠加。现在人们一出生或者出生前就暴露在这些物质中，除非我们改变行为方式，否则它们将继续贯穿人们的一生。没人知道结果如何，因为此前没有相关经验作为指导。"不幸的是，她说了这番话后，随着癌症和其他与杀虫剂使用有关的疾病发病率猛增，我们获取了大量的相关经验。难题不是我们什么都没做，而是

我们已经采取了重要的措施，但我们做的远远不够。

环境保护署(EPA)于1970年成立 ，很大程度上要归功于蕾切尔・卡森让人们关注并意识到了环境问题。杀虫剂管理和食品安全检查管理局也从农业部分离出来，并入了这一新的机构，因为农业部更愿意看到农作物使用化学物质会带来的益处而非危险。1962年以来，国会曾要求发布新的杀虫剂检查、注册及相关信息标准——不止一次。然而其中许多标准的制定都被忽略、推迟或者破坏了。比如说，克林顿—戈尔政府接政时，保护农场工人免受杀虫剂危害的标准尚未出台，尽管EPA自20世纪70年代初就一直在“进行这项工作”。像DDT一样的广谱杀虫剂被窄谱杀虫剂所取代，而后者的毒性甚至更强，同时也未得到充分测试，带来的风险比前者有过之而无不及。

总体看来，杀虫剂工业的强硬派成功地推迟了《寂静的春天》中呼吁的保护性措施的实施。国会多年来对这一工业的纵容令人震惊。管理杀虫剂、杀菌剂和灭鼠剂的法规所制定的标准，比起食品和药物的标准要宽松得多，而国会则有意使得这些标准更难执行。在制定杀虫剂的安全标准时，政府考虑的不仅是它们的毒性，还会衡量它能带来的经济利益。这种犹豫不决的立法程序提高了农业产量（这一点也可以通过其他方式实现），也提高了患上癌症和神经疾病的风险。此外，将一种有害杀虫剂从市场上清除的过程通常需要五到十年。而新型杀虫剂，哪怕它们毒性极强，只要它们比现有的杀虫剂功效稍微强一点点就能获得批准上市。

在我看来，这种管理不过是一种“久在低谷，连它都似乎在我之上”的状态。目前的体制是浮士德式的交易——我们取得了短

期利益，却付出了巨大的长期代价。有理由相信，这一短期方法的收效确实非常短暂。许多杀虫剂并未使得昆虫总数下降；一开始或许做到了，但昆虫最终通过突变适应了环境，这些化学物质就毫无用处可言。而且，我们将杀虫剂影响的研究集中在成人而非儿童身上，但儿童更易受到这些化学物质的危害。我们单独检测了每一种杀虫剂，但科学家几乎还没怎么研究过它们的各种组合，而我们的田地、牧场和溪流更多面临的则是各类物质混合的危险。本质上，我们所继承的是一个充满漏洞的法律系统，是被推迟的最后期限，是从表面看都几乎无法掩饰的失败政策。

蕾切尔・卡森告诉我们，滥用杀虫剂并不符合我们的基本价值观；在最坏的情况下，它们能创造她所说的“死亡的河流”，而情况最好时，它们会因为几乎不存在的长期收益而带来温和的危害。然而诚实地说，本书出版22年来，法律以及政治体系都未能做出充分回应。因为卡森不仅了解环境，她还了解完全不同于此的政治世界，她预料到了这种失败的其中一个原因。当时几乎没有人谈过特殊利益的金钱与势力这一对孪生污垢，她就在园林俱乐部的演讲中谈到了“试图妨碍治疗性法案的人们会有优势”。她甚至还谴责了为游说开支减免税款的政策，而这为目前的政治改革埋下了伏笔，本届政府正设法推翻该项政策，指出减税“意味着，举个具体的例子来说，现在，化学工业想要阻挠以后的立法需要付出的代价更低了……该行业希望不受法律限制行事的愿望因为这一政策得到了补贴”。总而言之，她大胆预测了政治问题的存在。为了清理污染，清理政治漏洞势在必行。

一项工作的常年失败可以解释其他工作为什么常年失败。结果

不可否认，同样也让人难以接受。1992年，我们国家使用了22亿磅的杀虫剂——不分男女老幼，平均每人8磅。其中许多已知有致癌作用；其他的则通过毒害昆虫的神经和免疫系统起作用，或许对人类也会有同样作用。虽然我们不再使用某种家居产品来得到并不确定的好处——卡森这样描述这种产品：“我们用这种产品给地板打蜡，保证可以杀死上面走过的任何虫子”——但今天仍然有超过90万个农场和6900万家庭在使用杀虫剂。

1988年，EPA报告称，全国三分之二的州的地下水都受到了74种不同农药的污染，其中包括莠去津，一种被认定为可能致癌的物质。密西西比河流域的玉米地里每年都要使用700万吨农药，每年都有150万磅药物残留流入2000万人的饮用水系统中。城市供水处理系统无法除去莠去津；每年春天，水中莠去津的含量通常都会超过安全饮用水法案中规定的标准。1993年，密西西比河流域25%的地表水都超标。

DDT和多氯联苯在美国都因为其他原因遭到了禁止，但是作为这类物质的化学表亲，那些可模拟雌性激素的杀虫剂大量涌现并广泛引发了新的问题。苏格兰、密歇根、德国以及其他地方的研究表明这类物质会降低生育能力，引发睾丸和乳腺癌，造成生殖器官畸形。仅美国一国，在过去二十年中，随着雌性激素杀虫剂的兴盛，睾丸癌的发病率上升了大约50%。也有证据表明，由于尚无法解释的原因，在全世界范围内精子数量最近下降了50%。白纸黑字的证据无可辩驳地证明了这类物质会扰乱野生动物的生育能力。三名研究者在评估了环境健康管理所期刊所发布的数据之后，得出结论称：“今时今日，许多野生种群都处于危险之中。”诸多问题，或

许预示着动物和人类繁殖系统将出现巨大且无法预估的变化。但目前，进行常规风险测评时却未将这些杀虫剂的潜在危害考虑在内。一项新的行政提案要求进行此类评估。

这些化学物质的维护者无疑会给出传统的答复：以人体为主体的研究并未表明这些物质和疾病之间有直接关系；巧合并不等同于因果关系（但是一些巧合明确指出，我们应当谨慎决定而草率行事）；还有这种陈词滥调，说动物实验并不能绝对说明人类就会有同样的结果。上述的每一种回答都让人想起化学工业及其资助的大学科学家对于蕾切尔・卡森的著作做出的反射性回应。她预料到了此类回应，在《寂静的春天》中写道，公众“（提出抗议时）只给他们一些遮遮掩掩的真相作为镇定剂。我们急需结束这种虚假的保证，需要剥掉痛苦事实外表的那层糖衣。”

20世纪80年代，尤其是詹姆斯・瓦特掌管内政部工作，安戈萨奇主管EPA时，对环境的无知达到顶峰。污染环境几乎被认为是精明的经济实用主义的标志。在戈萨奇的EPA，用有害生物综合治理(IPA)取代化学杀虫剂的方法几乎被扫地出门。EPA禁止发表相关研究，而IPM方法的认证也被宣布是非法的。

克林顿—戈尔政府以新的视角和坚定的决心来改变杀虫剂污染的趋势。我们的政策包括三项原则——更严格的标准、减少杀虫剂使用、广泛使用可替代性生物制剂。

当然，制定合理的杀虫剂使用政策应当平衡危害与利益的轻重，并将经济因素考虑在内。但我们同时也应充分考虑到这个范围之外及这个方程之外的特殊利益。制定的标准应当明确严格，测试应当全面真实。过去许多年里，我们为儿童设定的杀虫剂残留容许

值比正当的量高出了数百倍。什么样的经济利益能合理化这一事实的存在呢？我们需要检测这些化学物质对儿童的影响，而非成人，而且我们要对大量不同化学物质的组合进行测试。我们的检测不仅要减轻人们的担心，更要减少人们需要担心的事物的存在。

如果某种杀虫剂没有存在的必要或者在给定情况下无法生效，我们就当禁止它的使用，而非批准。它应当能带来实实在在的利益，而不是可能会带来短暂的或据推断会带来好处。

首先，我们应当专注于生物介质的使用，而工业和它的政治护卫者对此有着强烈的敌意。在《寂静的春天》中，卡森写道“有非常多的方式可以替代对于昆虫的化学控制”。而今天替代的方式更为广泛，尽管许多官员对此毫不重视，而化学制造商也强烈抵制。我们为什么不大力推广无毒物质的使用呢?

最后，我们必须要着手搭建桥梁，弥合两个派别间的文化沟壑——一边是杀虫剂生产和农业社群，另一边是致力于公共健康的社群。这两个社群的人来自不同背景，就读于不同的大学，观点也有巨大的差异。只要他们隔着怀疑与敌视的鸿沟相对峙，就很难改变现在生产利益与污染紧密相联的体制。有一种方式可以看作这一系统行将结束——以及文化分歧开始减少的标志，就是让农业推广管理局推广化学管控的替代方法。另外一种方式是让为我们生产食物的人和保护我们健康的人之间进行正式而持续的对话。

克林顿—戈尔政府关于杀虫剂的新政由许多人共同构建而成。或许其中最重要的就是这样一位女性，她在政府机关最后的任职结束于1952年，她从中层公务员职位辞职以进行全职写作，不用仅仅在周末和晚上写作了。从精神上说，蕾切尔·卡森出席了本届政府

召开的所有重要环境会议。我们可能无法一下子完成她想要实现的每一件事，但我们正朝着她所指引的方向前进。

1992年，一个由杰出美国人组成的委员会将《寂静的春天》评选为过去50年间最具影响力的书籍。这么多年来，在所有的政治辩论中，这本书一直在不断发声，阻止我们沾沾自喜。它不仅让工业和政府注意到了环境问题，还让它进入了公众的视野，让民主本身成为拯救地球的拥护力量。消费者的力量将会越来越反对杀虫剂污染，哪怕政府没有这么做。减少食物中的杀虫剂现在变成了一种市场营销工具，也成为了道德准则。政府必须行动，但人民自己也可以决定——我相信，公众不会让政府再无所作为，也不会再让政府行差踏错。

蕾切尔·卡森的影响远远超过了她在《寂静的春天》一书中特别关注的领域。她带我们回到了一个基本理念上——人类和自然环境之间的相互关系，而现代文明中这一观点的缺失已经到了惊人的地步。这本书似一道光亮，第一次启发了我们什么才是这一时代最重要的事。在《寂静的春天》一书中的最后几页，卡森用罗伯特·弗罗斯特关于"少有人走的"路的著名诗歌描述了我们面临的选择。已经有其他人走了这条路；却很少有人像卡森一样将全世界都领上这条路。她的成就，她揭露的真相，在她的启发下进行的科学研究，不仅强有力地论证了人们应当限制杀虫剂的使用，还有力地证明了个人能够带来的重大变化。

阿尔·戈尔（美国前副总统）



致谢

1958年1月，我收到奥尔加·欧文·哈金斯的信，她在信里讲述了一个微观世界失去了生机的不快经历，这迅速让我想起近年来自己一直在关注的一个问题。随即我意识到必须得写这么一本书了。

此后数年，我得到了那么多人的鼓励与帮助，在此无法一一列出他们的姓名。有来自我国还有其他国家政府机构的人，来自各个大学和研究机构的人，还有许多各行各业的专家都毫无保留地同我分享了他们多年来的经验与研究成果。我在此对所有人所慷慨献出的时间与思想表示最诚挚的谢意。

此外，尤其我要感谢那些花时间阅读本书手稿并基于自己的专业知识给出批评建议的人们。虽然我要对本书的准确性与真实性负最终责任，但如若没有下面诸位专家的无私帮助，我定无法完成此书，他们是：

梅约诊所的医学博士L.G.巴塞洛缪，得克萨斯大学的约翰・J・比塞尔，西安大略大学的A・W・A・布朗，康涅狄格州韦斯特波特的医学博士莫顿・S・比斯金德，荷兰植物保护局的C・J・布列吉，罗布和百西维尔德野生生物基金会的克拉伦斯・科塔姆，克利夫兰医院的医学博士小乔治・科瑞尔，康涅狄格州诺福克的弗兰克・艾格乐，梅约诊所的医学博士马尔科姆・哈格雷夫斯，国家癌症研究所的医学博士W・C・休珀，加拿大研究委员会的C・J・克斯维尔，荒野学会的奥劳斯・穆立，加拿大农业部的A・D・皮克特，伊利诺伊州自然历史考察委员会的托马斯・G・司各特，塔夫特公共卫生工程中心的克拉伦斯・塔兹韦尔和密歇根州立大学的乔治・J・沃拉斯。

任何一本以大量事实为基础的书，其作者都需要借助图书馆管理员的本领与帮助。我欠了许多人这样的人情，但其中尤其要感谢内政部的艾达・K・约翰斯顿和国家健康研究所图书馆的希尔马・鲁滨孙。

本书编辑保尔・布鲁克斯数年来给予了我坚定的支持，并毫无怨言地因为我的拖延而调整他的计划。对于这一点以及他高超的编辑能力，我将没齿难忘。

为了完成资料查阅这一任务，我得到了多萝西・阿尔及珍妮・戴维斯和贝特・哈尼达夫全力而有效的帮助。同时，由于有时

情况着实困难，如果没有艾达·斯普罗尽心尽力地帮我料理家务，我不可能完成这项工作。

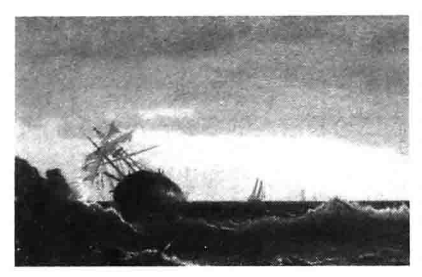
最后，我必须指出我们还受惠于许多人，甚至有很多人我都不认识，但正是他们赋予本书价值，是他们最先挺身而出，反对人们毒害这个与其他各种生物共同享有的世界的鲁莽且不负责任的行为，他们现在仍然在引导成千上万场小型战役，这些斗争终将胜利，并将给我们带来理智与常识，让我们与身边的世界和解。

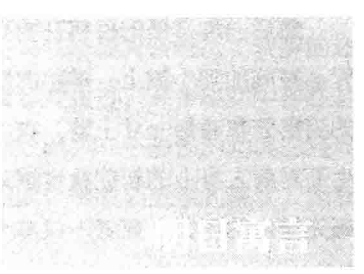
蕾切尔·卡森



目录

C O N T E N T S





从前，在美国中部有一个小镇，小镇上的万物和四周的环境融洽和谐。小镇周围的农场星罗棋布，生机勃勃，田里种着谷物，山坡上果树成林。春日里，繁花盛开，似白云朵朵在绿地上蹁跹轻舞。秋天时，橡树、枫树与桦树林红艳似火，摇曳的风姿与身后的松林相映成趣。狐狸在山间叫着，小鹿静静穿过田野，身影在秋日清晨的薄雾中若隐若现。

小路两旁生长着月桂、荚莲、桤木、茂盛的蕨草以及各色野花，在一年中的大多数时日里，都令旅人赏心悦目。哪怕是冬日里，路边仍是一派美丽风景，数不清的鸟儿都来这觅食，啄食野莓与枯草在雪层上抽出的穗头。这乡野正是因为鸟类数量和种类的繁多而闻名，每到春秋天候鸟如洪潮般迁徙时，游人便不远千里慕名前来观赏。也有人到溪边垂钓，清冽的溪水自山涧流出，在绿荫掩映处形成水潭，鳟鱼栖息其间。许多年前，人们第一次在这里定居，盖房、打井、建起谷仓。在那之前，就一直是这幅景象。

然后一种奇怪的疫病开始蔓延，一切都开始变了。某种邪恶的咒语被施加到小镇上：神秘的怪病席卷鸡舍；牛羊逐渐病死。死亡的阴影笼罩着每一寸土地。农人们议论着家人的多病，小镇上的医生面对病人身上的新症状也越来越困惑不解。开始出现猝然发生又毫无缘由的死亡，死者不只有大人，还有孩子，就在玩耍时突然病倒，不过几个小时就死去了。

静得出奇。比方说，鸟儿都去哪了呢？许多人说着这件事，觉得困惑不安。后院鸟儿觅食的地方冷冷清清。偶尔能看见的几只鸟也已经奄奄一息；它们剧烈地打着颤，飞也飞不起来。那是个万籁俱寂的春天。知更鸟、猫鹊、鸽子、松鸡、鹪鹩的合唱和其他鸟类的配乐声曾撩动了春日的清晨，现在却毫无声响，只剩下沉寂笼罩在田野、树林和沼泽地的上方。

母鸡在农场上坐窝，却不见孵出小鸡。农人们抱怨再也养不活猪了——幼崽个头小，小猪也活不了几天。苹果树开花了，花丛中却没有蜜蜂嗡嗡的身影，因此没有了授粉也就无法收获果实。

小路两旁曾经多么迷人，现今两边的植被却仿佛火灾劫后，又焦又蔫。它们也是寂静无声的，因为被一切生命所遗弃。哪怕是溪流现在也没有了生机。垂钓者不再光顾，因为鱼儿都已死光。

屋檐下的檐槽里和房顶的瓦片间，仍然能看到有种颗粒状的白色粉末露出斑斑印迹；几周之前，它们像雪花一样落下，落在屋顶上、草坪上、田野里和溪流中。

没有什么巫术，也不是什么敌对行为阻碍了新生命的诞生，使得这个病怏怏的世界沉默不言，不过是人们的自作自受罢了。

这个小镇其实并不存在，但在美国和世界上的其他地方却很容

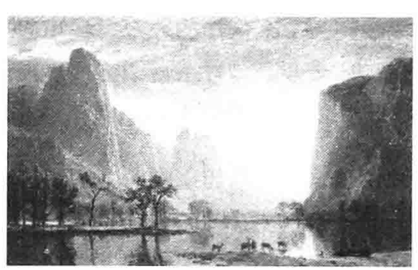
易找到上千个这样的地方。我知道没有哪个地方曾经历了我所描述的一切不幸。但其中每一种灾难都真实发生过，许多现实中存在的地方已经蒙受过大量不幸。在不经意之间，一个恐怖的幽灵已经向我们袭来，这一想象中的悲剧很容易就会变成活生生的现实，为我们所周知。

是什么静默了无数美国城镇的春之韵？这本书将试着给出解答。









地球上的生命史是生物与其周围环境相互影响的历史。地球上动植物的物理形式与生活习性在很大程度上是由环境塑造的。而另一方面，在地球的整个生命中，生物对于环境的影响则微乎其微。只有在以本世纪为代表的这段时间内，才有一个物种——人类——有改变他周围的环境的异常能力。

过去的二三十年中，这种能力不仅发展到了令人不安的地步，在质上也起了变化。在人类对于环境的种种破坏行为中，最令人担忧的就是他们用危险的甚至是致命的物质污染了空气、土壤、河流与海洋。这种污染大部分都是无法挽回的；污染在生物的生存环境以及活体组织中形成了有害的生物链，其中大部分是不可逆转的。现今全世界对于环境的污染中，化学药物与辐射共同作用，改变了世界的本质，改变了地球上生命的本质。化学药物凶险异常，人们却很少认识到它的危害性。锶90会随着核爆炸释放到空气中，随着雨水进入土壤或成为原子尘飘降，寄居在土壤中，渗透到长在土壤

中的青草、玉米与麦子中，并终将在人类的骨骼中占据一席之地，直到寄主死亡。与之类似，喷洒在耕地、森林以及花园中的化学药物也会长时间地停留在土壤中，进入生物体内，依次传输到其他生物体内，造成污染并形成死亡之链。它们或许会随着地下水源悄悄流淌，而后因为阳光与空气的神奇作用组合成新的形式重新出现，杀死植物，病倒牲畜，让井水不再纯净，对喝水人施加不明的危害。阿尔伯特·施韦泽说过："人类甚至无法认出自己一手创造的恶魔。"

经过数亿年的时间，地球才孕育出生命——在万古的时光里，生命不断演变、进化、多元发展才得以适应环境，维持平衡。环境中同时包含着有害的以及有利的元素，严苛地指导及塑造它所供养的生命。某些因素会释放出危险的辐射；哪怕是万物都需要从中汲取能量的阳光，也仍然包含一些具有危害的短波辐射。在给定的时间里——不是以年记而是在数百万年的时间里——万物经过调整，达到平衡。时间是必需的原料；但在现代世界里却没有足够的时间进行调整。

变化急遽发生，新情况快速涌现，这些都和人们冲动又鲁莽的步伐保持一直，而不是依据自然从容的节奏。辐射不仅仅来源于岩石的背景辐射、宇宙射线的猛烈攻击以及阳光中的紫外线，这些辐射在地球上生命出现之前就已存在；现在的辐射源自人们摆弄原子所创造的反常产物。生物需要适应的化学物质不仅包括钙、硅、铜以及从岩石中冲刷而成并随溪流汇入大海的其他矿物质；还包括人类富有创造力的大脑构思出并在实验室里酿造而生的产物，自然界中都没有与之类似的存在。

适应这些化学物质需要的时间要以自然的时间为度量；需要的不是一代人，而是几代人的时间。而且除非奇迹出现，哪怕几辈子的时间也会没有结果，因为我们的实验室在源源不断地产出这种新型化学物质；仅美国每年就有近500种投入使用。这个数字非常惊人，而其背后的意味也难以预料——人类与动物每年需要适应500种新型化学物质，这些化学物质完全超出了生命的体验范畴。

其中有很多都用于人类与自然的战争中。从20世纪40年代中期，人类已经发明了200多种基础化学物质用于杀虫、除草、灭鼠以及灭除现代语言所称的“害虫”；每一种又有数千种不同品牌在售。

现在几乎全世界都把这些喷雾剂、粉剂、气雾剂用在农场里、花园里、森林里还有家里——这些非选择性的化学药剂能杀死每一只昆虫，无论是“益”虫还是“害”虫，它们让鸟儿无法歌唱，让溪中鱼群无法跳跃，它们给树叶裹上了一层致命的薄膜，并长期滞留在土壤中——而这一切最初的目的却只是想除去几株杂草、杀死几只昆虫。怎么会有人认为在地球表面施加大量毒药它却仍能适合所有生命存活呢？它们不应该叫“杀虫剂”，而该叫“杀生剂”。

喷药的过程似乎陷入了无休止上升的螺旋中。自从DDT被放开用于民用，情况就不断升级，人们需要不断发明毒性更强的物质。这一情况的出现是因为昆虫洋洋得意地印证了达尔文适者生存的理论，进化出的超级物种对于现有杀虫剂免疫，于是人们不得不发明出致命性更强的物质——再接着发明比前一种毒性更强的。此外，在喷洒了药物之后，害虫们经常出现“回火”或者死灰复燃的情况，数量比喷药之前还要多。因此，这场化学战争从来不曾获得胜

利，还让所有的生命都因这熊熊战火而苦不堪言。

人类有可能因为核战争而灭亡，与之类似，我们这个年代最主要的问题就是这类物质对于人类生存环境的污染——这类物质危害巨大，会在动植物体内聚积，甚至会渗透到生殖细胞内，粉碎或改变决定生物后代形态的遗传物质。

一些自称人类未来建造师的人期待有一天能够自如改变人类的遗传物质。但我们现在因为疏忽就已经在这么做了，因为许多像辐射物一样的化学物质，会造成基因突变。选哪种杀虫剂这么小的事可能就决定了人类的未来，想到这里真是觉得何其讽刺。

我们冒着这么大的险——是为了什么？以后的历史学家可能会被我们本末倒置的想法所震惊。作为有智慧的生命，怎么会为了控制几种惹人嫌的物种就去污染整个环境并且让自身陷入疫病和死亡的危险中？然而我们正是这么做的。而且如果仔细想想，我们这么做的原因根本站不住脚。人们说为了维持农业生产，有必要大量使用杀虫剂。但是我们真正的问题难道不是过度生产的问题？虽然我们已经采取相应措施，减少耕地面积，奖励不种地的农民，但收成还是惊人的富余。仅1962年一年，美国的纳税人就不得不拿出超过10亿美元来储存过剩的粮食。虽然农业部的某个部门想要降低产量，但却有其他的部门重申其1958年的言论，称“人们相信，按照土地休耕保护计划的规定减少耕地面积后，一定会刺激人们加大对化学药物的使用以保证剩余耕地的产量最大化”，这只会令情况更加严峻。

上文所言并不是说不存在害虫的问题，也不是说不需要对其进行控制。我想表明的是，管控方式要与现实而非虚构出的情形保持

一致，采用的方法不应当会把我们和昆虫一起消灭才行。

这个问题是我们现代生活方式的产物，但我们试图解决这一问题时却在一开始就引发了一连串的灾难。早在人类出现之前，昆虫就已在地球上安居，其种类之繁多、适应能力之强均十分惊人。人类出现之后的日子里，这50多万种昆虫中有一小部分和人类的利益起了冲突，主要以两种方式：与人类争夺食物和传播疾病。

在人群聚集之处，传播疾病的昆虫就成为了严重的问题，尤其是在卫生条件较差的情况下，比如遭遇自然灾害、战争爆发或处于极度贫穷匮乏中。这时就有必要对某些物种加以控制了。然而我们不久就将看到这一让人清醒的事实：大规模化学防治的方法收效甚微，甚至有可能让情况更加严峻。

在原始农业生产中，人们很少会遇到昆虫问题。这一问题的出现源自农业的精细化生产，也就是将大量耕地用于单一作物的生产。这种生产方式使得某一种昆虫的数量出现爆炸式增长。单一耕种法并不符合自然运作的法则；这大概是一种工程师设想出的农耕方式。自然孕育了多样的物种，但人们却执着于简化这一多样性。于是他们破坏了自然用于掌控物种的内部制衡。自然的一种重要控制手段就是限制了适宜每一种物种生息繁衍的范围。显然，专门种植小麦的农场和混植各种作物的农场相比，前者以小麦为食的昆虫的数量会多得多，因为后者并非它们的宜居之地。

这种情况并非个例。十几年前，美国大部分的城镇都在街道两旁种上了高大的榆树。人们期许看到的美景现在却有被某种甲虫毁之殆尽的危险，而如果植物的种类丰富，除了榆树还有其他

种类，这种甲虫能够大量繁衍并且在树与树之间传播的可能性肯定非常有限。

现代昆虫问题的另外一个因素则需要从地质学及人类历史的背景上进行考虑：成千上万种生物从原籍迁徙扩散，入侵新的疆域。英国生态学家查尔斯·埃尔顿在其新近出版的《生态入侵》一书中研究并绘声绘色地描述了这种世界范围内的迁徙。几百万年前的白垩纪中，泛滥的洋流切断了许多大陆之间的大陆桥，生物被禁锢于埃尔顿所称的“巨大的隔断的自然保护区”内。在这些区域内，它们与其他种属相隔，进化出许多新的物种。大约1500万年前，一些大陆块重新连接在一起，这些物种开始迁徙至新的疆土——而这种迁徙现在仍在进行中，并且从人类那里得到了大量帮助。

植物的引进是现代物种传播的主要介质，因为动物几乎总是要依附于植物，而检疫方法出现的时间相对较短，效果也不绝对。仅美国植物引进局一年就从世界各地引入约20万种植物。在美国的约180种有害昆虫中，近一半是出于偶然从国外引入的，且大部分都是搭了植物的便车而来。

在其新的领土上，由于没有自然天敌的约束，也因此失去了对其数量的控制，这种入侵的动物或植物就能够大范围扩张。所以最令人头疼的害虫大部分都是舶来物种也就绝非出于偶然。

此类入侵，无论是因为自然原因还是借助于人类协助而实现的，可能都会无限延续。检疫和大规模的化学战役不过是花大价钱购买时间而已。埃尔顿博士说，我们面临着“生死攸关的问题，不只是寻求新的科技手段来控制这种植物或者那种动物”，而是更需要了解有关动物习性、动物与周围环境的关系等基本知

识，这样才能“促进平衡，抑制动植物大面积爆发时的威力，有效应对新型入侵”。

我们可以通过很多渠道获取这些必需的知识，但是我们却不去用。我们在大学里培养生态学家，甚至把他们聘进政府部门，却几乎从不听取他们的意见。我们任由充满化学物质的死亡之雨落下，好像我们别无选择，而事实上如果有机会的话，只要我们开动脑筋，很快就能想出很多其他办法。

我们是不是被人施了催眠术，好像失去了追求好东西的意志与远见，只能把那些差的有害的东西当成是不可避免的选择去接受？生态学家保罗·谢帕德说这种想法“把生活理想化了，只看到水上探出的头，只看到了环境恶化底线上方的数寸……我们为什么要容忍含有慢性毒药的餐食，为什么要容忍这种生活：房子坐落在一个枯燥的环境中，周围的人不算是敌人却也不过是点头之交，外面摩托车的嘈杂声却也刚好不至于让人发疯？谁想要生活在一个只是刚刚不太致命的世界里？”

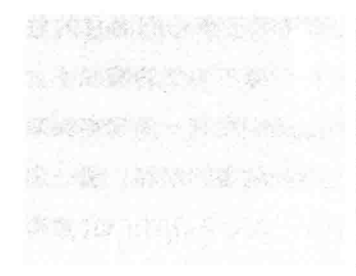
然而这样的世界正向我们逼近。用化学药物创造一个无虫世界的运动似乎激发了许多专家以及所谓防控机构的狂热。方方面面的证据都表明那些投身于灭虫运动中的人们残忍地行使着他们的权力。“那些负责的昆虫学家同时扮演着迫害者、法官与陪审团、估税员与征税员以及执行自己命令的警察局长的角色”，康涅狄克州的昆虫学者尼利·特纳如是说。无论是州政府还是联邦政府的各个机构中，都有一些人在明目张胆横行无阻地为此放行。

我并不是说绝不能使用杀虫剂。我想要指出的是，我们把这些化学药剂一股脑地交到了那些几乎完全不懂的人手中，这些有

毒的药剂有着极强的杀伤力，这些人却并不了解它们潜在的危害。我们在未经人民允许，甚至通常在他们毫不知情的情况下，把无数人暴露在这些毒素中，如果人权法案中没有一条规定保障公民有不受个人或公职人员投放致命性毒药危害的权利，那一定是因为我们的祖先尽管拥有非凡的智慧与远见，却仍未想到会有这样的问题。

除此之外，我想指出的是，我们任由人们使用这些化学药剂，却很少提前研究它们对土壤、水、野生动植物以及人类自身的影响。所有生物都依赖自然界生存，而我们不慎重考虑自然界完整性的这种行为，很可能不会被子孙后代所原谅。

现在仍然很少有人意识到这种危害的性质。这是一个专家的时代，每一个专家都只看到自己的问题，却意识不到或者不去包容这个问题所处的大框架。这还是一个工业主导的时代，只要能挣一块钱，无论付出什么代价都是合情合理的。公众清楚地看到有证据表明杀虫剂的使用带来了危害，因而为此进行抗议时，人们就塞给他们一丁点半真半假的消息当镇定剂。我们迫切地需要中止这种虚假的保证，拒绝裹在难堪事实外部的糖衣。昆虫治理者造成的风险最终是要由公众来承担的。必须要由公众去决定他们是否愿意继续当前的道路，而只有在他们获知了全部事实的情况下，才能够做出上述决定。如同让·罗斯丹所说：“既然我们不得不忍受，我们就当有知情权。”





现在每一个人都暴露在危险的化学药品中，从孕育的那一刻起直到死亡，这是人类历史上的第一次。投入使用不过不到二十年，这些合成杀虫剂却已经彻底遍布生物和非生物界，差不多到处都有它们的踪迹。大部分的主要河流水系甚至在人们看不见的地下水径流中，都可以提炼出此类化学物质。十几年前撒下的化学物仍然残留在土壤中。它们进入鱼类、鸟类、爬行动物、家养及野生动物的体内并在此寄居，动物们无一漏网，科学家进行动物实验时甚至无法找到未被污染的个体。深山湖泊的鱼体内，土壤里打洞的蚯蚓体内，鸟蛋里，还有人类自己体内，都有这种物质。无论老幼，大部分人体内都储存着这类物质。它们出现在母亲的乳汁里，或许出现在未出生婴儿的体内。

而这一切出现的原因就是具有杀虫功能的合成化学药剂制造业的急速发展 。这一行业是第二次世界大战的产物。在为化学战争研发药剂时，人们发现实验室里产生的一些化学药品可以杀死昆虫。

这一发现并非偶然：昆虫被广泛用于实验中，以检测种种化学药品的致死性。

合成杀虫剂似乎在源源不断地产出，才造就了这一后果。这些杀虫剂是人工合成的——在实验室里人们别出心裁地篡改分子结构，替代原有的原子，改变它们的排列——它们与二战前人们使用的那种简单形式的杀虫剂可大不相同。那时的杀虫剂是从自然界中的矿物质和植物中提取的，是砷、铜、锰、锌以及其他矿物质，加上从干菊花中提取的除虫菊、从烟草中提取的硫酸烟碱和从东印度群岛的豆科植物中提取的鱼藤酮混合而成。

这种新型合成杀虫剂的“过人之处”是其巨大的生物效能。它们威力巨大，不只是毒性强，而且由于它们可以进入生物体内最重要的生命活动过程，并且改变这一过程，通常会造成危害甚至致命的后果。我们在后面将会看到，它们会破坏保护机体不受损害的酶类物质，阻碍机体获取能量的氧化过程，使各器官无法正常发挥其功能，还可能在某些细胞内引发缓慢却不可逆转的变化，最终形成恶性肿瘤。

然而这一名单表上每年都会增添毒性更强的新成员，使用方法也不断更新，所以几乎全世界都暴露在这些物质中。美国合成杀虫剂的产量从1947年的1.24259亿磅飙升至1960年的6.37666亿——是原来的5倍还要多。这些产品的批发销售额远远超过2.5亿美元。但是从这一产业的计划与愿景来看，这种大规模的生产才只是个开始。

所以有本杀虫剂名册录对于我们所有人来说都是息息相关的。如果我们要和这些化学物质亲密相处——吃它们、喝它们、把它们带进每一寸骨头里——我们最好要了解它们的属性和威力。

虽然二战标志着无机化学药品退出杀虫剂舞台，进入了碳分子组成的奇妙世界，但仍有一些旧型物质在继续使用。其中最主要的是砷，它仍然是许多不同种类的除草剂和杀虫剂的主要成分。砷是一种毒性极强的矿物质，大多数都出现在各类金属的原矿石中，还有非常少的一部分出现在火山、海洋与温泉中。它们与人类有各种各样的关系，而且由来已久。由于大部分砷的合成物没有味道，远在波吉亚时代之前直到今天，它一直都是杀人者所钟爱的毒药。现今砷存在于烟囱的煤烟中，并且和某些芳香羟一起被认为是煤烟中的致癌物质，这是在近两个世纪前由一位英国物理学家发现的。历史上也有整个种群都长期陷入慢性砷中毒的事件。被砷污染的环境也会引起马、牛、山羊、猪、鹿、鱼以及蜜蜂的疾病与死亡；尽管有此类记载，含砷的喷雾剂和粉剂仍然得到了广泛使用。在美国南部种植棉花的村子里，由于使用含砷喷雾剂，养蜂业几乎灭绝。长期使用含砷粉剂的农民受到慢性砷中毒的折磨，牲畜也因为使用含有砷的农药喷雾剂和除草剂中毒。不断飘荡的砷粉尘从蓝莓田里扩散到邻近的农场上，污染了溪流，毒死了蜜蜂和奶牛，人们也因此患病。“我国近年来在砷使用问题上对公众健康的无视，简直不能比这更彻底了”，全国防癌协会的W.C.惠帕博士如是说，他是环境致癌领域的权威，他说：“任何一个看过喷洒含砷杀虫粉剂和雾剂作业的人都会觉得触目惊心，因为他们以极其马虎的态度就把这种有毒的物质草草喷洒完毕。”

现代杀虫剂的毒性更强。大部分杀虫剂都属于以下两种。其中一种以DDT为代表，属于“氯化烃类”。另外一类包括有机磷杀虫剂，以相当出名的马拉松和对硫磷为代表。这些化学药品有一个共同点。如上文所述，它们的构造都以碳原子为基础，而碳原子是生

物界不可或缺的构建基石，因此被划分为“有机”类。为了便于理解，我们需要研究它们由什么组成，它们又是如何从生命的基础化学物质被改造成死亡使者。

其中的基本元素是碳，碳的原子几乎有无限的能力，可以在化学链和化学环上彼此结合，而且可以和其他物质的原子相连接。事实上，生物之所以有从细菌到大蓝鲸这种多样性就是由于碳的这种能力。复杂的蛋白质分子以碳原子为基础，而脂肪、糖类、酶以及维生素的分子也是如此。同样的，许多无生命的物体也是以碳原子为基础，因此碳元素并不一定是生命的象征。

一些有机化合物就只有碳和氧组成。其中最简单的形式是甲烷，或称为沼气，由有机体在水下进行细菌分解而成。甲烷和一定数量的空气混合后，就会形成可怕的煤矿“瓦斯”。它的结构简单美好，一个碳原子的四周连接着四个氢原子。

```
H   H
 \ /
  C
 / \
H   H
```

化学家们发现可以分离其中一个或全部氢原子并用其他元素进行替换。比如说，将其中一个氢原子替换成氯原子我们就能得到氯甲烷：

```
H   Cl
 \ /
  C
 / \
H   H
```

剥离三个氢原子并用氯代替，我们就能得到用于麻醉的三氯甲烷：

```
 H   Cl
  \ /
   C
  / \
Cl   Cl
```

将所有的氢原子都用氯原子替换，得到的就是四氯化碳，一种常见的清洗液：

```
Cl     Cl
  \   /
    C
  /   \
Cl     Cl
```

上述这些对甲烷分子做出的变化以最简单的形式说明了氯化烃是什么。但这些例子无法阐释烃类世界的复杂，也无法说明有机化学家如何用复杂的手段创造了多得没有穷尽的物质。因为不像是简单的甲烷分子只有一个碳原子一样，化学家面对的可能是有很多碳原子的烃分子，排列成环状或是链状，还有侧链或者其他分支，里面包含的化学键不仅仅是简单的氢原子或氯原子，还有许多不同种类的化学基团。看起来只是稍做改动，物质的属性就完全变了；比如说，碳原子周围链接的内容以及链接的位置都非常重要。在这种精妙的操控下，已经生产出了一系列具有非凡威力的毒药。

DDT是双对氯苯基三氯乙烷的简称，由一位德国化学家于1874年首次合成，但直到1939年才发现了其可以作为杀虫剂使用。DDT几乎立刻就被誉为扑灭昆虫传染病的好方法，它在一夜之间就帮助农民赢得了消灭农作物害虫的战争。而DDT的发现者，瑞士的保罗·米勒获得了诺贝尔奖。

DDT现在得到了广泛的使用，使得大多数人都以为这个老朋友毫无恶意。DDT没有害处这个神话可能是由于其最初用于战争时期，成千上万的士兵、难民以及犯人用DDT的粉剂来扑杀跳蚤。人们普遍认为，既然这么多人都和DDT进行了如此亲密的接触而没有

立刻出现不良症状，那么这种化学药物肯定是无害的。人们的这种错误想法是可以理解的，因为DDT和其他氯化烃不同，粉状的DDT不容易被皮肤吸收。但是溶于油后，DDT就显露了其有毒的本质。如果被吞食，DDT会慢慢地被消化道所吸收；还有可能被肺吸收。进入体内之后，它就会大量储存在富含脂肪的器官里（因为DDT本身是脂溶性的），比如肾上腺、睾丸、甲状腺等器官中。其次会储存于肝、肾以及大面积包裹在肠子周围的保护性肠系膜的脂肪中。

DDT的储存一开始只是可以想到的最小摄入量（通常以化学残留的形式出现在大部分食物中），但这一过程不断持续，直到达到了相当高的水平。富含脂肪的储存库如同生物放大镜一般，食物中摄入了千万分之一的DDT会导致百万分之十到十五的储存量，增加了一百倍甚至更多。这些参考数据，对于化学家和药剂学家来说耳熟能详，但却不为我们大多数人熟知。百万分之一听起来非常少——也确实是这样，但是这种物质威力太大，非常微小的剂量都能给身体带来巨大的变化。在动物试验中，百万分之三的剂量就会抑制心肌中一种重要的酶的作用；仅仅百万分之五的剂量就会造成肝脏细胞坏死或分解；而对和DDT密切相关的两种化学药物——狄氏剂和氯丹——而言，仅需百万分之二点五的量就能达到同样的效果。

这一点都不让人觉得吃惊。在人体的正常化学作用中，因果关系就是会有如此天差地别的效果。比如，0.00002克这么少的碘就是健康与疾病之间的分水岭，由于杀虫剂在体内不断累积，同时排出非常缓慢，就真的会有可能造成慢性中毒并使肝脏及其他器官出现退行性病变。

科学家就人体内能贮存多少DDT持不同意见。阿诺德·雷曼博士是食品与药物管理局的首席药理学家，他认为DDT的吸收既没有最低限度，也没有高于此就会停止吸收与储存的最高限度。但另一方面，美国公共医疗服务中心的威兰德·海耶斯博士主张每个个体都有自己的平衡点，超过这一平衡点的DDT就会被排出。实际上，评判这两个人谁对谁错并不重要。人们已经对DDT在人体中的储存进行了深入研究，我们已经知道普通人现在体内的含量都可能会带来危害。各类不同的研究都表明，未明确暴露于（不可避免地从食物中摄入除外）DDT的个体平均储量为百万分之五点三至七点四；农业从业人员为百万分之十七点一；而杀虫剂相关行业的工作人员的储存量则高达百万分之六百四十八！这说明已经证明了的储量范围是相当宽广的，而更重要的是，其中最低的数值已经超过了会对肝脏及其他器官组织造成损害的水平。

而DDT及其同类物质最凶险的一个特点就是：它们会沿着食物链的所有环节传递，从一种生物体扩散到另一种。比如说，苜蓿花田里撒了DDT；之后用这些苜蓿花做成饲料喂养母鸡；母鸡产下的蛋里就包含了DDT。干草中DDT的含量为百万分之七到八，它们或许会用来喂饲奶牛。牛奶中就含有了百万分之三的DDT，由这种牛奶制成的黄油中DDT可能浓缩到了百万分之六十五。通过这样的转移过程，起初或许非常微量的DDT最后浓缩到了很高的浓度。农民们发现现在已经很难找到未受污染的草料来喂奶牛了，虽然食品与药物管理局禁止含有杀虫剂残留的牛奶在州际贸易中流通。

毒素也可能在母婴之间传播。食品与药物管理局对人类母乳进行采样检测，发现了杀虫剂的残留。这意味着母乳喂养的人类婴

儿除了其体内已经储存的有毒化学物质外，还在持续接受小剂量的毒素。然而这绝非他第一次暴露在毒素中：我们有理由相信当他还在子宫里时，这一过程就已经开始了。在动物实验中，氯化烃类杀虫剂随心所欲地穿过胎盘的屏障，而人们习惯认为胎盘是将子宫与母体内有害物质隔绝开的保护盾。虽然人类婴儿摄入的量通常都很小，但却不是无关紧要的，因为婴儿相较于成人更容易受到毒素影响。这种情况也意味着，如今普通人一出生体内就有一定数量的化学药物储存，并且会与日俱增，而他的身体从此以后却不得不支撑着这一重担。

上述种种事实——DDT的含量即使很低也会在人体内储存，后续会不断累积，日常饮食中很容易就能达到可以损伤肝脏的量——使得食品与药物管理局的科学家早在1950年就宣布“DDT的潜在危害极有可能被低估了”。医学史上未曾出现过类似情况。没有人知道最终的结果会是如何。

氯丹是另外一种氯化烃，除了和DDT一样具有这些令人讨厌的属性外，还有自己独有的特性。氯丹的残留物会长久地停留在土壤中、食物上以及任何使用了氯丹的物体表面。氯丹会利用所有可能的入口进入体内。它可以被皮肤吸收，作为喷雾或者粉尘被吸入体内，当然如果残留物被吞下后也会被消化道吸收。和其他氯化烃一样，它在体内的存储量也会逐渐累积。在动物实验中，如果它们的饮食中仅包含百万分之二点五的氯丹，其脂肪中最终却可能形成高达百万分之75的存储。

像雷曼博士一样经验丰富的药理学家曾经在1950年称氯丹是

“毒性最强的杀虫剂之一——任何曾经接触的人都会受到毒害”。看看郊区居民都是如何漫不经心地用氯丹粉剂处理草坪的，就能知道人们并没有把这个警告放在心里。郊区居民并未因此立即病倒的事实说明不了什么问题，因为毒素会在其体内长期潜伏，经年累月后才会显示出让人不解的症状，那时想要追溯其根源几乎是不可能的。但在一些情况下，死亡却来得很快。一名受害者不小心将25%的工业用溶液洒到了皮肤上，40分钟内就出现了中毒的症状，没来得及得到医疗救助就死了。这种情况是无法提前发现、有所警觉、从而能及时得到医治的。

七氯是氯丹的成分之一，它本身也作为一种单独的药剂出售。它在脂肪中的存储量尤其高。如果食物中七氯的量仅为百万分之一，体内就会存储相当可观的量。它还有一种古怪的本领，能转变成一种完全不同的化学物质环氧七氯。在土壤中以及动植物的组织中，它都会进行这种转变。在鸟类身上进行的实验表明七氯转变后生成的物质比原来的毒性更强，毒性为氯丹的四倍。

早在19世纪30年代中期，人们就发现一种特殊的烃类——氯化萘会导致那些因为职业原因暴露在这种环境中的人形成肝炎以及一种罕见却几乎总是致命的肝病。它们也造成电气业工人的生病和死亡；再近一点，在农业生产中，牛群中有一种神秘且通常致命的疾病也被认为是由它们引发的。有这种例子在前，在所有烃类中，毒性最凶猛的三种杀虫剂都和这种药物有关这一事实也就不足为奇了。它们分别是狄氏剂、艾氏剂和异狄氏剂。狄氏剂是根据一位德国化学家狄尔思来命名的，被吞服时它的毒性是DDT的5倍，但以溶液形式被皮肤吸收时，毒性则是DDT的40倍。它还以毒性发作快而

出名，它对神经系统的影响非常可怕，会让受害者陷入惊厥状态。中毒者恢复极慢，会表现出慢性效应。和其他氯化烃类似，此类长期效应包括对于肝脏的严重损害。由于其留存时间长，杀虫效果好，狄氏剂是目前最常使用的杀虫剂之一，尽管使用之后会对野生生命造成骇人的毁灭。在鹌鹑和野鸡身上进行的测试表明，狄氏剂的毒性约为DDT的40到50倍。

关于狄氏剂在体内如何存储、分布以及排出，这方面的知识仍然有大片空白，因为化学家在发明杀虫剂这方面的创造力早就把生物学上关于此类毒素对生物体有什么影响的知识甩在了后面。然而，各种迹象都表明它们可以在人体内长期存储，沉积物会像休眠的火山一样蛰伏，在出现应激情况，需要从脂肪储备中汲取力量时才突然爆发。我们目前了解的大部分知识都来自于世界卫生组织进行抗疟疾战役时的艰难经历。在疟疾防治工作中，将一把DDT替换成狄氏剂（因为传播疟疾的蚊子已经对DDT产生了抗药性），在药物喷洒者中就出现了中毒现象。病情发作得很厉害——至少一半甚至全部（因为项目不同而有所不同）受到影响的人员都出现了抽搐现象，还有一些人因此死亡。有些人在最后一次接触狄氏剂之后四个月后都还会出现惊厥现象。

艾氏剂带着点神秘气息，虽然作为独立实体存在，它与狄氏剂却是至交密友。从喷洒了艾氏剂的土地上拔下来的胡萝卜里能发现狄氏剂的残留。这种转变在生物组织中和土壤里上演。这种像炼金术一般的转换使得许多报告都出现了错误，因为如果一个化学家知道人们使用了艾氏剂并进行艾氏剂检测，他会误以为所有的残留物都被分解了。而残留还在，只是转化成了狄氏剂，这就需要另外一

种检测了。

和狄氏剂一样，艾氏剂的毒性也非常强。它会使肝脏和肾脏出现退行性变化。像一片阿司匹林那么大小的量就足以杀死400多只鹌鹑。文献中有许多人类中毒的案例，其中大部分都和工业处理有关。

艾氏剂，像大多数同类的杀虫剂一样，向未来投射出一个邪恶的影子，一个不孕症的阴影。野鸡服用小剂量的艾氏剂后，虽不致命，但它们却几乎无法下蛋，孵出的小鸡也很快就夭折。这种效力不仅限于鸟类。暴露在艾氏剂中的鼠类妊娠减少，幼仔虚弱又短命。处理过的母狗产下的小狗只能活不到三天。下一代都以各种各样的方式因为其父母所受的毒害而饱受折磨。没人知道人类是否也会出现相同的情况，但这种化学药剂却已经被飞机喷洒到近郊以及农田里了。

在所有氯化烃类物质中，艾氏剂的毒性最强。虽然它在化学性质上和狄氏剂联系极为紧密，但是其分子结构上的一点点改变就使其毒性增强了十四倍。而这一类杀虫剂的鼻祖，DDT，和它相比几乎都算无害的了。艾氏剂对哺乳动物的毒性是DDT的15倍，对鱼类的毒性是DDT的30倍，而对于某些鸟类则约为300倍。

在艾氏剂得到使用的十年中，它杀死了大量的鱼类，其毒性给那些误入喷了药的果园的牛群带去了致命的效果，它让井水变得有毒，并促使不止一个州的卫生部门严厉警告称草率地使用艾氏剂会危害人类的生命。

在一起最不幸的艾氏剂中毒案例中，并没有任何明显的疏忽，人们认为自己显然做出了足够多的努力来进行预防措施。一个一岁

大的孩子被父母从美国带到委内瑞拉居住。他们新搬的房子里有蟑螂，几天之后他们使用了含有艾氏剂的喷雾来消灭蟑螂。在喷药之前，大约上午九点的时候，他们把这个婴儿和家里的小狗带到了外面。喷药之后还拖了地。下午三点左右，他们把小婴儿和小狗送回了家里。大概一个小时之后，小狗开始呕吐，出现抽搐现象，然后就死去了。当天晚上10点，这个婴儿也出现了呕吐、抽搐的情况，并失去了意识。在和艾氏剂进行了致命的接触之后，这个正常健康的小孩变得不比植物人强多少——看不见也听不见，时常出现肌肉痉挛，几乎完全和他周围的环境相隔绝。在纽约的一家医院进行了数月的治疗后，也无法改变他的情况，没有任何好转的希望。他的主治医师说："很有可能不会出现任何好的改变或者恢复了。"

杀虫剂中的第二大类是烷基或称为有机磷酸盐，这是世界上最毒的化学物质中的一种。它们的使用带来的最主要也最明显的危害是他们会导致喷雾作业人员以及偶然与飘浮的喷雾、裹着杀虫剂的蔬菜和废弃的容器发生接触的人员急性中毒。在佛罗里达，有两个孩子找到了一个空袋子，用它来修秋千。没多久，两个人都死了，还有三个小伙伴也病了。那个袋子之前装了一种叫作对硫磷的杀虫剂，一种有机磷酸盐；检测表明是对硫磷中毒引起了死亡。还有一个案例，威斯康星州的两个小男孩在同一天晚上死去，他们是表兄弟。其中一个正在院子里玩，隔壁农场上他爸爸在给土豆喷对硫磷，喷雾就飘了过来；另外一个则是追着爸爸玩闹进了谷仓，手摸到了喷雾器的喷嘴。

这类杀虫剂的起源有种讽刺意义。虽然其中一些化学制剂——

有机磷酸酯——在许多年前就为人们所知道，但直到20世纪30年代末期一个德国化学家吉哈德·施拉德才发现了其杀虫的作用。德国政府几乎立刻意识到这种化学制剂的价值，它们可以作为人类战争中的新型破坏性武器，当时针对它们进行的工作是秘密的。这些化学合成物一些被用作致命性神经瓦斯，另外一些结构与其相似的化学制剂，则被用作杀虫剂。

有机磷杀虫剂以一种独特的方式作用于生物体上。它们可以破坏酶——而酶在体内有着重要的功能。它们的目标是神经系统，无论受害者是昆虫还是温血动物。正常情况下，神经冲动在一种名为乙酰胆碱的“化学递质”的协助下从一条神经传递到另一条神经，这种物质履行了其必要的功能后就会消失。事实上，这种物质存在的时间非常短暂，医学研究者如果不借助特殊的程序，就没有办法在生物体毁坏它之前对其进行取样。这种化学递质瞬间消失的性质对于生物体的正常运转是必要的。如果乙酰胆碱在神经冲动传递后无法立刻被破毁掉，冲动就会在连接神经的桥梁上不断掠过，因为这种化学物质会不断强化它的作用。整个身体的运动会变得不协调：颤动、肌肉痉挛、抽搐然后死亡很快就会降临。

身体为这种偶然事件做出了预案。一旦不再需要这种化学递质了，就会有一种叫作胆碱酯酶的保护性酶来消灭它。通过这种方式建立起一种精密的平衡，体内绝不会堆积危险数量的乙酰胆碱。然而接触有机磷杀虫剂后，这种保护性的酶就受到了破坏，随着这种酶的数量下降，这种化学递质的数量就会增加。有机磷化合物的这种作用和蕈毒碱一样，后者是一种在毒蘑菇和捕蝇蕈中发现的生物碱。

不断暴露在有害物质中会降低个体胆碱酯酶的浓度，当即将到达急性中毒的边缘时，只要再与有害物质有微小的接触就会使生物越过这一边缘。正因如此，对于喷涂工及其他长期暴露在此类化学制剂中的人来说，定期进行血液检查是非常重要的。

对硫磷是有机磷杀虫剂中最常用的一种。它也是药性最强、最危险的药物之一。蜜蜂在接触了对硫磷后，会变得“疯狂躁动并且好斗”，出现疯狂行动，在半小时之内就奄奄一息。有一个化学家希望通过最直接的方法来研究多大的剂量会让人类急性中毒，就吞下了非常小的剂量，相当于0.00424盎司。麻痹症状来得太快，他甚至没办法拿到已经准备好的解药，然后就死掉了。据说对硫磷是现在芬兰人最常用的自杀手段。近年来，加利福尼亚州平均每年都会有超过200起对硫磷意外中毒事件。在世界的许多地方，对硫磷的致死率都让人震惊：1958年印度有100起死亡事故，叙利亚有67起，日本平均每年有336人死于对硫磷中毒。

然而现在有大约700万磅的对硫磷被用在美国的田地上和果园里——以人工喷洒、电动鼓风和喷粉以及飞机喷洒的形式。根据一位医学权威的说法，仅加利福尼亚农场的用量就可以“让全世界的人死上五到十次”。

在少数几种情况下我们也可以免遭对硫磷的危害，其中一个原因就是对硫磷和其他这一类的化学药物很快就能分解。因此和氯化烃相比，喷洒过这类物质的庄稼上的残留物是比较短命的。但是，它们停留的时间也足够产生危害，引发的后果可能只是较为严重，也可能是致命的。在加利福尼亚州河滨市，30个摘橘子的人中有11个都出现了严重的病症，其中只有一个不需要住院治疗。他们的症

状就是典型的对硫磷中毒。那个果园大概两个半星期以前喷过对硫磷，那些残留物经过16到19天后效力减弱，却仍然让人干呕、视力减弱、陷入半昏迷状态。然而这在其持续性的较量上仍未能拔得头筹。曾有一个类似的惨案，一个月前果园里喷洒了标准剂量的杀虫剂，却在六个月之后仍能在橘子皮中发现残留物。

对于在农田、果园、葡萄园里施用这些有机磷杀虫剂的工人来说，危险实在太高，一些使用这种化学制剂的州建立了实验室，里面有医生提供诊断与治疗。甚至连这些医生自己也可能有危险，除非他们在治疗中毒者时戴上橡胶手套。所以清洗这些中毒者衣物的洗衣女工也可能有危险，因为她也可能会吸收足量的对硫磷而对自己产生影响。

马拉松是另外一种有机磷，它几乎和DDT一样为公众所熟知，被广泛用于园艺工作、家庭除虫、灭蚊以及地毯式杀虫行动中，曾经为了消灭地中海果蝇而在佛罗里达各社区将近50万英亩的土地上喷洒了这种药物。马拉松被认为是此类化学试剂中毒性最弱的一种，许多人以为他们可以随意使用，不用担心会有危害。商业广告也怂恿人们采取这种随意的态度。

而这种所谓的“安全”很容易就站不住脚，虽然——就如同经常发生的那样——直到这种化学药品被使用了几年之后，人们才发现这一点。马拉松之所以是“安全”的，只是因为哺乳动物的肝脏具有非常强的保护能力，才使得它相对无害。肝脏中的一种酶完成了马拉松的解毒过程。然而，如果什么东西破坏了这种酶或者妨害了其解毒过程，暴露在马拉松中的人就会遭受到这种毒药强大的袭击。

对于我们所有人来说都非常不幸的是，这种事发生的概率很高。几年前，食品与药物管理局的一些科学家发现马拉松和其他某些有机磷同时施用时，产生的毒性极强——据预测，其毒性最多会有二者毒性相加的50倍之高。换言之，二者结合时，每种药物致死量的百分之一就可以夺人性命。

这一发现引发了对于其他混合物的检测。现在已经知道有许多对有机磷杀虫剂的组合都是非常危险的，共同作用使其毒性增加或者“强化”了。强化作用的出现似乎是由于其中一种化合物破坏了对另一种物质起解毒作用的酶。酶不能同时使用这两种物质。这周喷洒了这种杀虫剂下周喷洒了另一种杀虫剂的人会有危险，而消费这些喷了药的产品的人也会有危险。一个普通的沙拉碗就能轻易形成有机磷杀虫剂混合物。杀虫剂的残留可能会相互作用，虽然它们都远在法律允许的剂量之内。

关于化学制剂之间危险的相互作用，我们仍然所知甚少，但现在科学实验室里不时传出一些令人担忧的发现。其中一个发现是：非杀虫剂类的介质也可以提高有机磷杀虫剂的毒性。比如，和杀虫剂比，某种增塑剂能够更强地提高马拉松的危险性。同样的，这是由于它抑制了肝脏中的某种酶，通常情况下这种酶都能“拔掉”这一有毒杀虫剂的“毒牙”。

正常人类环境中的其他化学物质又怎么样呢？尤其是药物会怎么样呢？针对这一课题的研究仍然很少，但我们已经知道某些有机磷物质（对硫磷和马拉松）会提高某些肌肉松弛药物的毒性，其他一些有机磷（马拉松又一次包括在内）极大地提高了巴比妥盐酸形成的睡眠时间。

希腊神话中的女巫师美狄亚，因为被一个竞争者夺走了其丈夫伊阿宋的爱情而暴怒，送给了这个新娘一件有魔力的长袍。新娘一穿上这条袍子就会立刻暴毙。这种间接致死法现在找到了对手，就是人们所说的“内吸式杀虫剂”。这些化学物质有着非凡的能力，可以把植物和动物变成类似于美狄亚的袍子的存在，竟能使它们变成有毒的存在。这样做是为了杀死接触到它们的虫子，尤其是那些吸它们的汁液或者血液的虫子。

内吸杀虫剂的世界是一个怪异的世界，超过了格林兄弟的想象，大概与查尔斯·亚当斯的卡通世界最接近吧。在这个世界里，童话故事中被施了魔法的森林变成了毒森林，有虫子嚼了片叶子或是吮了口植物的汁液就会面临厄运。在这个世界里，跳蚤叮了狗一下，就因为狗的血被毒化了而死；昆虫会因为植物中散发出的蒸汽而死去，哪怕它从未碰过这株植物；蜜蜂会把有毒的花蜜搬回蜂房里，随后产出有毒的蜂蜜。

应用昆虫学的工作者意识到他们可以学习自然的启示。他们发现含有硒酸钠的土壤中生长的小麦不会受到蚜虫类及六点黄蜘蛛的攻击，昆虫学者才有了创造内吸杀虫剂的想法。硒，这种少量存在于世界许多地方的岩石与土壤中的自然物质，就成为了第一种内吸杀虫剂。

创造内吸杀虫剂需要能够将杀虫剂渗透进动植物的所有组织，并使其有毒。这一性能被氯化烃类的一些化学物质以及有机磷类的另外一些化学物质通过合成的方式获取，同时还有一些自然存在的物质也获取了这一性能。然而在实际应用中，大多数内吸剂都来源于有机磷类，因为残留物的问题稍微不那么严重。

内吸剂还以其他一些迂回的方式发挥作用。它们被用在种子上，或以浸泡的方式，或和碳一起被制成外衣，它们将效力施加在植物的后代身上，繁殖出对于蚜虫类及其他吸啜昆虫来说有毒的籽苗。这样诸如豌豆、黄豆以及甜菜这样的蔬菜就得到了保护。包裹着内吸杀虫剂外衣的棉花种子已经在加利福尼亚州使用了一段时间，1959年圣华金河谷有25个种植棉花的农业劳动者突患急病，就是因为拿了大量被杀虫剂处理过的种子。

在英国有人想知道蜜蜂使用被内吸剂处理过的植物的花粉酿蜜会如何。在一个使用八甲磷的地区这一问题得到了研究。虽然在花朵成形之前植物就已经被喷洒上了药物，但是之后生产的花蜜仍含有毒素。结果就如同人们所预测的那样，蜜蜂酿出的花蜜也含有八甲磷。

内吸剂的使用主要集中在对于纹皮蝇的治理上，这是一种寄生在牲畜上的害虫。必须要极其小心才能在血液及生物组织中形成杀虫效果的同时不至造成中毒死亡。这一平衡极其微妙，政府兽医已经发现重复施加小剂量的杀虫剂会逐渐耗尽动物体内保护性胆碱酯酶的供给，所以如果在毫无征兆的情况下，再添加一个极小的剂量就会造成中毒。

许多强有力的迹象表明，与我们日常生活更密切的新天地被开辟出来。你可以给你的狗吃下一粒药丸，据称这粒药可以使它的血液对跳蚤产生毒性而免受其叮咬。在牲畜身上发现的危害很有可能会出现在狗身上。至今似乎仍没有人提议要制造人体内吸剂从而使我们体内含有蚊子的致死因子。但或许下一步就要这么做了。

截至目前，我们在本章中讨论了人们在灭虫大战中使用的致死

性化学物质。那我们同时在进行的除草大战又如何呢?

人们想要有一种方法可以快速方便地杀死那些多余的植物，从而产生了一大批化学物质，称为除莠剂或者较为不正式的叫法为除草剂，这些物质的生产仍在不断扩张。此类化学物质被使用和误用的故事将在第六章进行详述；我们这里关注的问题是这些除草剂是否有毒以及它们的出现是否加剧了环境的污染。

除莠剂只对植物有毒，对于动物毫无威胁的传说得到了广泛的传播，但不幸的是这并非事实。这些植物杀手中包含了各种各样的化学物质，既对动物组织起作用，也对植物起作用。它们对有机体的作用大不相同。一些是普通毒药，一些是新陈代谢的强力兴奋剂，可使体温升高到致死水平，还有一些作用于该种族的遗传物质，造成基因突变。因此除莠剂和杀虫剂类似，包含一些非常危险的化学物质，如果相信其“安全性”而对其随意使用会造成灾难性的后果。

尽管实验室源源不断地发布新的化学物质与其竞争，砷化合物仍被肆意使用，既如前文所述作为杀虫剂使用也作为除草剂使用，通常以亚砷酸钠的形式出现。砷化合物的使用历史并非安全可靠。作为喷洒在道路两边的除草剂，它们已经让许多农民失去了奶牛，还杀死了不计其数的野生生物。作为在湖泊和水库里使用的水草除草剂，它们使得公共水域不适宜饮用甚至不适合游泳。作为施用在土豆田里除去藤蔓的喷雾，它们对人类和非人类的生命造成了危害。

在英格兰，由于硫酸短缺，大约在1951年出现了上述做法，之前人们都使用硫酸烧掉土豆藤蔓。农业部认为有必要警告人们，

进入喷洒过砷的农田是有危险的，但是这一警告却无法为牲畜所理解（我们必须假定野生动物及鸟类也无法理解），关于牲畜由于砷类喷雾中毒的报告开始出现，千篇一律。当农民的妻子因为饮用了受到砷污染的水而死亡后，英国一家主要的化学公司（1959年）停止生产砷喷雾并召回了经销商手中的商品，不久之后，农业部宣布由于其对人类及牲畜带来的高度危害，将对亚砷酸盐的使用予以限制。1961年，澳大利亚政府颁布了一条相似的禁令。然而在美国，却没有类似禁令对此类有毒物质的使用进行限制。

一些“地乐酚”化合物也被用作除莠剂。它们被认为是美国所使用的此类产品中危险性最高的物质。二硝基酚是一种强力的新陈代谢催化剂。正因如此，它曾被用作减肥药，但由于减肥的剂量和会致人中毒或死亡的剂量之间的差别太过微小，造成了数名病人死亡并使得许多患者遭受永久性损伤，后来这种药物的使用才最终得到禁止。

一种与之相关的化学物质，五氯苯酚，有时也称为“五溴”，被同时用作除草剂及杀虫剂，这种物质经常被喷洒在铁轨两旁及荒地上。五溴对于从细菌到人类的多种有机体都有着极强的毒性。和地乐酚类似，它通常会以致命的形式干扰人体的能量源泉，受到影响的有机体几乎是如同字面意义那样把自己燃烧殆尽。加利福尼亚州卫生署近期关于一起死亡事故的报告显示了它的骇人力量。一个油罐车司机正在把柴油和五氯苯酚混合在一起来配制棉花脱叶剂。他把这种浓缩的化学物质从圆桶中倒出时，塞子不小心向后翻倒了。他光着手去拿塞子，之后虽然立刻就洗了手，但他仍然大病一场，第二天就死去了。

诸如亚砷酸钠及酚类物质这一类的除草剂作用十分明显，但其他一些除莠剂的作用则较为隐蔽。比如现在非常有名的蔓越莓除草剂氨基三唑，或称为杀草强，被认定为具有相对较低的毒性，然而长远看来，它可能会引发甲状腺恶性肿瘤，这对于野生生物的危害则更为显著，或许对于人类也是如此。

除莠剂中的一些种类被归类为“诱变剂”，它们能改变基因和遗传物质。我们因为辐射对于基因的作用而闻风丧胆；那我们又怎能漠视这些有同样后果并且被我们广泛播散在环境中的化学物质呢？







地表水与地下水

在所有自然资源中，水已经成为其中最为宝贵的资源。目前地球表面的大部分都被无边的大海所覆盖，然而在这广阔海洋中我们却仍然感觉缺水。由于一种奇怪的悖论，地球上丰富水源中的大部分都无法用于农业、工业以及人类饮用，因为其中含有大量的海盐，因此地球上的大多数人都正在经历或即将面临严重缺水的威胁。在这个时代里，人们已经忘记了自己的起源，甚至对于最根本的生存需求视而不见，这种漠视使得水和其他资源一样受到了威胁。

杀虫剂对水的污染只有结合上下文才能理解，这个问题是一个完整问题的一部分——对于人类整体环境的污染。污染经由许多种渠道进入水路中：反应堆、实验室以及医院产生的放射性废弃物；原子核爆炸形成的粉尘；城镇中制造的生活垃圾以及工厂里排放的化工垃圾。现在又加上了一种新型粉尘——庄稼地里、花园里、森林里和农田中所施用的化学喷雾。这个可怕的大杂烩中有许多化学

物质都和辐射有着类似的甚至更高程度的危害，而在这些不同种类的化学物质之间还存在着有害且不为人类所知的相互作用、转换以及累加效应。

自从化学家们开始制造自然不曾创造出的物质之后，水的净化问题就变得复杂起来，因为用水而造成的危险也加剧了。如我们所见，这些合成化学物质的大量生产始于20世纪40年代。现在它们的数量十分惊人，每天都有大量的化学污染物如洪水般涌入这个国家的水路。这些化学物质不可避免地要与排放到同一片水域中的生活废物及其他废物混合，有时会使净化厂里常用的检测方法落空。它们经常无法被检测出。在河流中，污染物的种类着实惊人，它们共同制造的沉积物只能被卫生工程师绝望地称为“泥状物”。马萨诸塞州技术学院的罗尔夫·伊莱亚森教授在国会委员会面前作证，称想要预测出这些化学物质的组合效应以及辨别出这一混合物会对有机体造成什么后果都是不可能的。伊莱亚森博士说：“我们还无法知道这是什么。它对人类有什么影响？我们也不知道。”

被用于治理昆虫、鼠类以及多余植物的各类化学物质不断加重了有机物的污染。一些是被刻意施用于水体中以消灭植物、昆虫幼虫以及不想要的鱼类。一些则来自于某个州为了消灭某一种害虫而对两三百万公顷的森林进行的药物喷洒——喷雾直接落入溪流中或沿着叶冠滴入森林地面，成为渗出水分的一部分，开启了其汇入大海的漫长旅程。或许这类污染物中的大多数来自于农用化学品的水性残留，几百万吨的化学物质被喷洒在农田上，来治理昆虫或是鼠类，经过雨水冲刷离开土壤，成为全球水体运动的一部分。

在溪流中，甚至在公共给水系统中，我们随处可见这些化学物

质的身影，种种证据令人侧目。例如，人们从宾夕法尼亚州一处果园地区的饮用水中提取样本，并在实验室的鱼身上进行检测，发现水中所含杀虫剂的量足以在四小时内使所有实验用鱼全部死光。对喷了药的棉田进行灌溉的溪水即使在经过净化设备之后对鱼仍然是有毒的；在阿拉巴马州田纳西河的十五条支流里，由于有水流来自被毒杀芬（一种氯化烃）处理过的田野，而杀死了所有栖息于这些溪流中的鱼群。而其中两条溪流是供给城市用水的水源。在使用杀虫剂一周后，放在水源下流笼子里的金鱼每天都有翻肚死去的，这证实了水依然是有毒的。

这一类的污染大部分都是隐形的、看不见的，当鱼群成百上千死去的时候才有所显现，但在更多数情况下从来不曾被人察觉。保护水源纯净度的化学师对于这些有机污染物并没有进行常规的检测，也无法将其清除。但无论是否被检测到，杀虫剂都确实存在，而且我们可以料想到，它们和其他在地表上广泛使用的物质一起进入众多河流，或许进入了整个国家的主要水系。

要是有人不相信我们全球的水域几乎都已经受到了杀虫剂的污染，那他应该学习一下美国鱼类及野生生物管理局于1960年发布的一篇小报告。该局就鱼类是否像温血动物一样会在生物组织内存储杀虫剂这一问题进行了研究。第一批样本采集自西部林区，那里曾广泛喷洒DDT以治理云杉卷叶虫。正如我们可以预见的那样，所有的鱼体内都含有DDT。当人们对某偏远地区的一条小溪进行比照研究时，才得到了尤其引人注目的发现。这条小溪距离最近的农药喷洒区（为治理蚜虫而喷药）有30英里，它位于此前采样区的上游，而且由一座高耸的瀑布隔开。据悉当地没有喷洒过任何药物。然而

这里的鱼体内也含有DDT。化学物质是通过潜藏的地下水到达这条偏远的小溪的吗？还是通过空气传播，以粉尘的形式飘落在这条小溪的表面呢？在另外一次对比研究中，在一个产卵区的鱼体组织里也发现了DDT，而那里的水来自一口深井。同样的，当地也没有喷洒过药物。唯一可能的污染途径就是地下水。

在整个水污染的问题中，让人最为困扰的就是地下水污染带来的威胁。在一个地方的水里添加杀虫剂，而不使其他各个地方的水源受到威胁是不可能的。自然几乎从不在封闭的隔间里运转，她也从未如此分配地球的水源供给。雨水降落到地面，通过土壤与岩石中的孔洞缝隙沉淀下来，并不断渗入更深的地方，直至到达岩石孔洞都为水所填满的地带，那里是黑暗的地表海洋，它自山脚下升起，直到山谷底部才沉降下去。这一地下水系一直在活动，有时速度极低，每年移动的距离不超过50英尺，有时速度则相对较快，每天都能移动超过50英尺。它通过看不见的水路漫游，直到在这儿以泉水的形式露出表面，或者在那儿被挖掘出来引到井里，然而大多数时候它都会汇入小溪与河流。除了直接进入溪流中的雨水与地面径流，地球表面所有的活水都曾经是地下水，因此从某种意义上说，污染了地下水就相当于污染了全世界的水，这一真实存在的事实太过惊人。

肯定是经由这样一片黑暗的地下海域，才使科罗拉多一座制造工厂里的有毒化学物质流到了数英里外的农业区，在那儿让井水有毒，让人类和牲畜生病，让庄稼遭殃——而这不过是一集特别篇，之后还很可能会有许多类似的事情。简单来说，历史是这样的。1943

年，生化部队位于丹佛附近的落基山脉的兵工厂开始生产战争物资。八年后，兵工厂的设备租给了一家私人石油公司来生产杀虫剂。然而甚至在转产之前，就开始出现难以解释的现象。工厂数里之外的农民开始报告称牲畜身上出现了怪病；他们因为庄稼大面积受损而怨声载道。叶子变黄了，植物不结果，还有许多庄稼已完全死亡。还有一些人类生病的案例，有人觉得也与此有关。

这些农场里的灌溉用水是从浅水井里引出的。对这些井水进行检测时（于1959年进行的一项研究，多家州立及联邦机构都参与其中），发现水中含有多种化学物质。落基山脉兵工厂在其运行期间将氯化物、氯酸盐、磷酸盐、氟化物以及砷等物质排入贮存池中。显然兵工厂和农场之间的地下水都受到了污染，而经过了七八年的时间，废弃物才在地下移动了大约3英里的距离，从贮存池流到了最近的农场。这种渗透继续蔓延，而其进一步污染的区域却不知会到达何种范围。调查者们不知道有什么方法可以控制污染或者阻止其进一步前进。

这一切都够糟了，但整件事情中最不可思议而且长远看来也最重要的一点是：在一些井里以及军工厂的存贮池里发现了2,4-D这种除草剂。它的出现是能够解释为什么用这种水灌溉的庄稼会受到损害。但令人感到不可思议的是，这家军工厂在其运营期间并未生产过2,4-D。

经过长期细致的研究，工厂的化学师得出结论称，2,4-D是在那个敞开的池子里自己形成的。工厂里排出的其他物质在空气、水以及阳光的共同作用下，自己产生了这种物质；完全不需要人类化学家的介入，贮存池自己就变成了化学实验室，生产出了新的化学物

质——一种会使所接触的植物受到致命危害的物质。

卡罗拉多农场以及那里受损的庄稼的故事具有普遍性意义。不只在卡罗拉多，在其他地方，如果化学污染可以进入公共水域，是否会发生类似的情况呢？无论是哪里的湖泊和河流，只要有空气和阳光的催化作用，那些被称为“无害”的化学物质会生出什么样的危险物呢？

事实上，关于水的化学污染，最令人担忧的问题之一就是——无论在河流湖泊抑或蓄水池中，甚至是摆在餐桌上的那杯水中，里面都混杂着各类化学物质，任何一个负责任的化学家都不会想要在实验室里把它们这样组合在一起。这些随意混合在一起的化学物质之间会如何相互作用，这一问题深深地困扰着美国公共卫生管理局的官员们，他们曾担心会在大范围内发生相对无毒的化学物质产生有害物质的情况。可能是两种或多种化学物质间相互作用，也有可能是化学物质和放射性废弃物之间相互作用，而后者正越来越多地排放进河流中。在电离辐射的作用下，很容易出现原子的重新排列，化学物质的性质会以一种难以预测也无法控制的方式发生改变。

当然，被污染的不只是地下水，还有地表上流动的水体——小溪、河流以及灌溉用水。而后面这种让人不安的情况似乎正发生在加利福尼亚州图莱湖和南克拉马斯湖的国家野生动物保护区内。这两个自然保护区所属的体系也包括恰好越过俄勒冈州边界的北克拉马斯湖保护区。这些自然保护区因为共有水源而联系在一起，可能这种联系是致命的。同时它们也被这一事实所影响：它们如同小岛一般漂浮在海上，周围像无边大海一般的农田，而这些农田起初是

被水鸟当作天堂的沼泽地和开阔水面，经由排水渠和溪流改道才改造成农田。

自然保护区周围的农田现在由南克拉马斯湖里的水进行灌溉。水从浇灌过的田地里重新汇聚，用泵灌入图莱湖然后从那儿引入北克拉马斯湖。所有依赖这两片水域建立起的野生动物自然保护区里的水都是由农业土地排出的水。记住这一点对理解最近发生的事情很重要。

1960年夏天，图莱湖和南克拉马斯湖自然保护区的工作人员打捞起了数百只已经死亡或者奄奄一息的鸟儿。其中大部分都以吃鱼为生——包括苍鹭、鹈鹕、鸥科。据分析，发现这些鸟类体内含有毒杀芬、DDD、DDE等杀虫剂残留。湖里的鱼体内也含有杀虫剂；浮游生物的样本也是如此。保护区的经理认为灌溉水流在喷洒了大量农药的农田里循环往复，将杀虫剂的残留物带入保护区的水体内并不断堆积。

水质的毒化使得保护区的保护作用成为空谈，而这种保护本可以取得成果，西部每一个打鸭猎人，每一个欣赏水鸟如飘浮的丝带般掠过夜空时的光影与音韵的人，都本可以感受到这种保护成果。这几个特别的自然保护区在西部水鸟的保护中有着举足轻重的地位。它们的位置相当于漏斗的细管部分，所有的洄游路径都在这里汇集，构成了我们所称的太平洋飞行路线。在秋季迁徙中，从白令海峡到哈德孙河的巢穴中，有几百万只鸭子会飞到这里——占秋季南迁至太平洋海岸的水鸟总数的四分之三。夏天，它们则为水鸟提供筑巢之地，尤其是红头鸭和棕硬尾鸭这两种濒危品种。如果这些保护区中的湖泊与池塘都受到了严重污染，那么美国远西地区的水

鸟则会受到无法挽回的危害。

水也应当被认为是其所供养的生命链中的一环——从浮游生物中细小如尘埃般的绿细胞开始，穿过微小的水蚤，到从水中滤食浮游生物的鱼类，而这些鱼转而又被其他鱼类和鸟类、貂和浣熊吃掉——这是一个周而复始的循环，将物质在生命之间传递。我们知道水中必需的矿物质也是如此一环一环地沿着食物链进行传递，我们又怎能认为我们排入水中的有毒物质不会同样地进入这种自然的循环中呢？

上述问题可以在加利福尼亚州克利尔湖的惊人历史中找到答案。克利尔湖位于旧金山北部大约90英里处的山区，长久以来都是钓鱼者的好去处。它的名字有些名不副实，这里的湖水其实相当浑浊，因为黑色的软泥覆盖了整个湖的浅底。对于垂钓者和湖边的居民来说，不幸的是湖水为一种叫作Chaoborus astictopus的蠓虫提供了绝佳的栖息地。这种小虫虽然与蚊子联系紧密，却不吸血，甚至可能完全不吃东西。然而同样居住在此地的人们却因为它庞大的数量而不胜其扰。人们采取了许多努力来进行治理却大多没有收获，直到20世纪40年代末，氯代烃类杀虫剂为人们提供了新武器。人们选取了DDD作为武器开展新一轮的攻击，这是DDT的近亲，但对鱼类生命的威胁相对要小一些。

1949年采取的这种新型治理方案规划得很细致，很少有人觉得会带来什么危险。人们对湖泊进行了考察，计算了它的容量，杀虫剂与水按照1：7000万的比例进行了高度稀释。对于蠓虫的治理工作一开始收效良好，但到1954年不得不重复这一过程，这次的稀释比例为1：5000万。人们认为蠓虫几乎彻底绝迹。

第二年冬天第一次告诉人们其他生物也受到了影响：湖面上的北美鸊鷉开始死去，不久之后又死了一百多只。北美鸊鷉是一种游禽，被湖里肥美的鱼群所吸引，于冬天迁徙至克利尔湖。这种鸟外表华丽，有着迷人的习性，在美国西部和加拿大的浅水湖上建起流动的巢穴。它被称为“天鹅鸊鷉”，这是有原因的：当它滑过湖面时，几乎不激起一丝涟漪，身体低浮在水面上，高昂着洁白的脖颈与乌黑发亮的脑袋。新孵化的雏鸟覆盖着灰色的软毛；不过几个小时就会跳进水里，立在父亲或母亲的背上，依偎在父母的羽翼之下。

1957年人们又对恢复到原来数量的蠓虫发起了第三次进攻，更多的鸊鷉死去了。和1954年一样，没有证据表明死去的鸟中有传染病。但当人们终于想起对鸊鷉体内脂肪组织进行分析时，才发现鸟体内含有浓度高达百万分之一千六百的高度浓缩的DDD。

水中使用的DDD最高浓度仅为百万分之一。这种化学物质如何在鸊鷉体内聚集到如此高的浓度呢？当然，这些鸟是以鱼为食的。当人们对克利尔湖中的鱼类也进行检测时，整张图片开始逐渐成形——有毒物质被最小的有机体获取，浓缩之后传递给更大的捕食者。浮游生物有机体被发现含有大约百万分之五的杀虫剂（大约为水中杀虫剂最高浓度的25倍）；以水草为生的鱼类体内聚积的浓度在百万分之四十到三百之间；食肉的物种体内贮存的含量最高。一条云斑鮰体内浓度为百万分之两千五百，令人震惊。这种顺序和儿歌《杰克造的小屋》里唱的一样，大型食肉动物吃掉小型食肉动物，后者以食草动物为食，而食草动物以浮游生物为生，浮游生物从水中吸收毒素。

之后甚至还有更加离奇的发现。在最后一次使用DDD之后不久，就无法在水里找到这种化学物质的踪迹。但是这种毒物并未真正离开湖泊；它们只是进入了湖中生物的组织中。在停止使用这种化学物质23个月之后，浮游生物中仍然含有高达百万分之五点三的DDD。在这一将近两年的间隔中，浮游生物花开花谢，已经延续了好几代的生命，但是虽然水里已经不含这种有毒物质了，它却以某种方法代代相传。同时它也存在于湖内动物的组织里。在停止使用这种化学物质一年后，所有进行了检测的鱼、鸟以及青蛙体内都仍然含有DDD。而在动物脂肪中所发现的含量总是超过水中原始浓度的数倍。这种毒物的活体携带者包括在最后一次使用DDD九个月后才孵化的鱼，鸊鷉，以及加州鸥，其体内聚积的毒素浓度超过百万分之两千。同时，繁殖的鸊鷉也减少了——从第一次用药之前的1000多对减少到1960年的30对。而且即使是这30对，似乎也只是徒劳，因为从最后一次使用DDD起湖面上就再也没有出现过鸊鷉幼鸟的身影了。

这一整条毒物链的基础似乎是小株的植物，它们一定是最早的浓缩器。但是这条食物链的另一端又是什么呢——人类很有可能会忽视这一系列事件，抄起鱼竿，从克利尔湖里钓上一串鱼回家，煎了当作晚餐？高剂量的DDD或是重复摄入DDD会给他造成什么影响呢？

虽然加利福尼亚州公共卫生署断言并无看到任何危害，然而它却在1959年要求停止在湖区使用DDD。有科学证据表明，这种化学物质具有广泛的生物效能，这一举措似乎是最低限度的安全措施。在诸多杀虫剂中，DDD的生物影响很可能是独一无二的，因为它会

破坏肾上腺的一部分，破坏肾上腺外层称为肾上腺皮质的细胞，这些细胞能分泌肾上腺皮质激素。这一破坏性的后果发现于1948年，但最初被认为只局限于狗，因为在针对猴子、老鼠以及兔子进行的实验中并没有显现这种后果。然而，DDD对狗造成的影响和人类犯阿狄森病时的情况类似，这似乎暗示着什么。最新的医学研究表明DDD严重抑制了人类肾上腺皮质的功能。现在临床上利用其可以破坏细胞的功能来治疗一种罕见的肾上腺癌症。

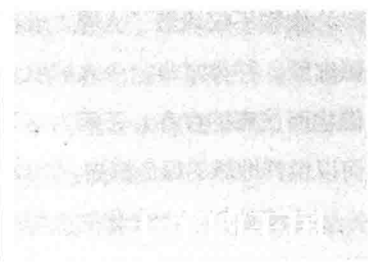
克利尔湖的情况提出了一个需要公众直面的问题：为了治理昆虫而使用这种会强烈影响生理过程的物质是明智的、合理的吗，尤其是这种治理措施需要直接向水体投放化学物质时？即使使用的杀虫剂浓度非常低也是毫无意义的，因为它在湖体自然食物链中的爆炸性激增就可以说明这一点。现在许多事情就是为了解决一个无关紧要的小问题，却制造了更加严重却不那么容易看到的大问题，这种情况越来越多，克利尔湖事件就是其中典型。蠓虫问题的解决对受蠓虫困扰的人来说是有利的，但那些从湖水中获取食物与水的人付出了代价，他们所冒的风险未被明说，甚至可能未得到充分理解。

还有一个离奇的事实，把有毒物质引入水库变成了一项相当常见的行为，目的是为了进行娱乐，哪怕这样的水得需要花钱进行处理后才能用作饮用水，且饮用水才是修建水库的最初目的。如果某个地方的钓鱼者想要“改善”某水库的钓鱼情况，就会劝说当局允许他们向水里倾倒大量有毒物质来杀死他们不想要的鱼类，孵化出符合他们口味的鱼类来取而代之。这个过程如同爱丽丝奇景漫游一

般奇怪。水库是为了向公众供水而建，然而关于这个钓鱼者搞出来的项目，公众或许并未被征求意见，然而却被迫饮用含有有毒残留的水，或是缴付税金来净化水源去除毒素，这种净化过程可一点也不简单。

由于地下水和地表水都受到了杀虫剂及其他化学物质的污染，可能公共给水中不仅含有有毒物质还有致癌物。国家癌症研究所的W.C.惠帕教授已经警告称“在可以预见的未来，因为摄入被污染的饮用水而致癌的危险会大幅上升”。20世纪50年代初荷兰确实开展了一项研究，它为受到污染的水路可能会含有致癌物这种说法提供了证据。从河流中获取饮用水的城市比那些用像井水这样不易被污染的水源的城市的癌症死亡率要高。砷是环境中一种确定会致癌的物质，它曾两次出现在因水源被污染导致大范围癌症发生的历史事件中。其中一起事件，砷来自采矿作业的矿渣堆，另一起事件里，则来自天然含有高含量砷的岩石。由于大肆使用砷类杀虫剂，上述情况很轻易就会重演。这些地方的土壤变得有毒。雨水将部分砷冲刷到小溪、河流以及水库里，也渗透进广袤的地下水海洋中。

在这儿我们再一次被提醒，在自然中没有什么是孤立存在的。为了更加清晰地理解这个世界的污染正在如何发展，我们现在要看一看地球的另外一种基本资源——土壤。

无法完整覆盖全部大陆的那层薄薄的土壤控制着我们的生存以及陆地上其他所有动物的生存。如我们所知道的那样，没有土壤，陆生植物就无法生长，而没有植物，动物就无法存活。

但如果说我们以农业为基础的生活依赖土壤，土壤也同样依赖于生物，土壤的根源及其所保有的天然特性都与动植物的生命紧密相连。因为在某种程度上，土壤是一种生命的产物，它源自于数亿年前生物与非生物之间不可思议的相互作用。当炽热的岩浆从迸发的火山中喷涌而出，当流水碾过赤裸的岩石，将最坚硬的花岗岩也冲刷殆尽，当冰霜的利剑劈开岩石并将其粉碎，形成土壤的初始物质就得以积聚。生物随后就开始施展其极富创造力的魔法，这些无生命的物质就逐渐变成了土壤。地衣植物是岩石的第一种覆盖物，它们用自己的酸性分泌物加速了分解的过程，为其他生物打下头阵。苔藓类则占据了原始土壤的微小罅隙——地衣剥落的碎块，微小昆虫的茧衣，海洋类动物的残骸形成了这种原始的土壤。

生物不仅缔造了土壤，现在在土壤中也存在着其他生物，其数量之巨，种类之丰，令人惊叹；如果没有这些生物，土壤就会成为僵化而贫瘠的存在。正因为这无数种生物体的存在与活动，土壤才可以供养地球的绿色植被。

土壤处于不断变化的过程中，参与那无休止的循环。随着岩石的风化，有机质的腐烂，氮和其他气体随着雨水自天空降落，不断有新的物质添加进来。与此同时，有其他物质被拿走，被生物体暂时借用。微妙却极为重要的化学变化在不断进行着，其将从空气和水中获取的元素转化成适宜植物生长的形式。在这种种变化中，生物体都是活跃的介质。

和对于黑暗的土壤王国中浩渺种群的研究相比，很少有其他研究比它们更迷人，同时也几乎没有什么比它们更被人所忽视。是什么将一众土壤生物串联起来，将它们与土壤中的世界，与地上的世界串联起来的，我们所知甚少。

土壤中最根本的有机体或许是最微小的那些——肉眼看不见的细菌和丝状真菌。它们的数量可谓是天文数字。一茶匙表层土中可能包含数亿细菌。尽管它们体型微小，但在最上面一英亩大一英尺深的肥沃土壤中细菌的总重量大约有一千磅之多。放线菌，形状为细长丝状，比细菌的数量稍少一些，但由于其形状更大，在一定数量的土壤中，放线菌的总重量和细菌大致相当。加上人们称为藻类的小型绿细胞，这些就组成了土壤中的微观植物世界。

细菌、真菌和藻类是将动植物尸体分解成矿物质的主要介质。没有这些微观植物，碳和氮等化学物质就无法经由土壤、空气以及生物组织进行广阔的循环运动。例如，如果没有固氮菌，哪怕被含

有氮的空气所包围，植物也会因为缺氮而饿死；其他一些生物体可以形成二氧化碳，它能以碳酸的形式加速岩石的溶解；还有其他一些土壤微生物起着氧化与还原的作用，正是经由这些作用，如铁、锰及硫等矿物质才得以转化成植物需要的形式。

数量同样巨大的是微小的蠕虫以及被称为弹跳虫的一种原始无翼昆虫。尽管体型微小，但它们在分解植物尸体，促进森林植被缓慢转化成土壤的过程中举足轻重。这些微小生物因为其任务而进行的细分几乎让人难以置信。比如说，有几种螨虫，仅会在一种云杉掉落的针叶中出生。它们寄居其中，消化掉针叶的内部组织。这些螨虫完成其生长时，针叶就只剩下外壳了。而每年处理落叶中数量惊人的植物组织这一极为艰巨的任务则落在了土壤与森林地被物中某些小昆虫的身上。它们将叶子浸软消化，并帮忙将已分解的物质和地表土混合在一起。

除了这些体型微小却不停辛勤劳作的生物，当然有许多比较大的生物，因为土壤生物覆盖了从细菌到哺乳动物的整个图谱。一些是黑暗的压土表层王国的永住居民；一些会在地下冬眠或度过一段时间；一些则在它们的地下洞穴和地面上自由穿梭。总而言之，土壤中的这些居所使得空气得以进入土壤，促进了水在层层植被中的排出与渗透。

土壤里的大型居民中，恐怕没有比蚯蚓更重要的了。四分之三个世纪之前，查尔斯·达尔文出版了一本名为《蠕虫活动对作物肥土的形成以及蠕虫习性观察》的书。在书中，他首次向世人揭示了蚯蚓地质营力的角色对于土壤的运输有着至关重要的意义——表层岩石逐渐被蚯蚓运送上来的肥沃土壤所覆盖，在形势良好的地区，

每年的数量可高达每英亩很多吨重。与此同时，树叶与草叶中包含的大量有机物质（6个月内每平方米含有量高达20英磅）被运输至地下洞穴，进入土壤中。据达尔文计算，蚯蚓每辛勤工作十年，就可以增添1到1.5英寸厚的土壤层。它们的作用绝不仅限于此：它们的洞穴使土壤松动，使其排水良好，有利于植物根系的穿透。蚯蚓的存在提高了土壤细菌的硝化作用，减少了土壤的腐败作用。有机物质穿过蠕虫的消化道时会被分解，而它们的排泄物则使得土壤更加肥沃。

这一土壤社区，包含由各种生物以某种方式相互作用共同编织构造成的一张网——生物依赖土壤，而反过来，又只有当土壤中的生物社区繁荣发展时，土壤才能成为地球的一种重要构成。

很少有人关注过我们这里关心的这一问题：当有毒的化学物质进入土壤中——无论是作为“杀菌剂”直接施加到土壤里，还是随着雨水滤过森林和果园的树冠，从庄稼地里渗下来而夹带了致命的污染物——土壤世界里这些数量庞大又至关重要的居住者们会怎么样呢？比如说，我们怎么能觉得用广谱杀虫剂能杀死那些破坏庄稼的害虫会打洞的幼虫，却不会杀死那些对于分解有机物质至关重要的“益”虫呢？或者说我们怎么能觉得那种非特定用途的杀真菌剂不会杀死栖息于许多树的根部并帮助树木从土壤中吸收养分的有益真菌呢？

一个简单的事实是，土壤中的生态环境这一重要的话题在很大程度上被科学家所忽视，几乎被管理人员完全无视。对昆虫进行化学控制似乎是基于这种假设进行的：土壤可以承受毒药进入所带来的任何数量的损害，并且会就这样忍受而不进行反击。而土壤世界的真正本质则几乎都被无视了。

通过仅有的少数研究，一幅关于杀虫剂对于土壤影响的画面正慢慢展开。这些研究有时有所不同这并不奇怪，因为土壤类型迥异，会破坏某种土壤的物质对于另外一种土壤则可能无害。轻砂土壤比腐殖质土壤受到的破坏要严重。几种化学物质的结合似乎比单独使用一种物质危害更大。尽管结果不尽相同，但有足够多的确凿证据表明此类物质的危害，并在逐渐累积，引起了许多科学家的担忧。

在某些情况下，生物世界最根本的化学转变会受到影响。其中一个例子就是硝化作用，经由这种作用，大气层中的氮可以为植物所用。除莠剂2,4-D会对硝化作用造成短暂的干扰作用。最近在佛罗里达进行的实验表明，林丹、七氯、BHC（六氯化苯）在土壤中仅仅存在两周后就会减弱硝化作用；BHC和DDT在施用一年后仍有严重的有害作用。在其他一些试验中，BHC、艾氏剂、林丹、七氯和DDD都会阻碍固氮菌在豆科植物上形成根瘤。真菌对于高等植物的根系有着神秘却又有益的作用，而现在这种作用遭到了严重破坏。有时这个问题会影响到种群间的微妙平衡，而借助于这种平衡，自然界才能完成其长远目标。土壤中某些有机物会因为杀虫剂而减少，还有一些种类则会因此出现爆炸性的增长。这种变化会很容易改变土壤的代谢活动，影响其生产能力。这也可能意味着那些之前受到控制的有可能有害的生物，会逃离自然的控制，上升到害虫的位置。

关于土壤中的杀虫剂，需要记得的最重要的事情之一是它们的持久性，不是以月而是以年为单位来计算。在四年后仍可以找到艾氏剂，一些是残留痕迹，更多的则转化成了狄氏剂。为消灭白蚁而在沙土中使用毒杀芬十年后，仍有足量的残留物。苯六氯化合物则

至少可存留十一年；对于七氯或者其他毒性更强的衍生物来说至少是九年。在使用十二年后，氯丹的留存物仍为原用量的15%。

在几年内以中等用量施加杀虫剂似乎会在土壤中累积至不可思议的量。由于氯化烃稳定性强，持续时间长，每一次的使用都会被叠加在前一次残留物的基础上。如果重复喷洒的话，“每英亩施加一磅的DDT是无害的”这一古老的传说毫无意义。每英亩种植土豆的土壤被发现含有高达15磅的DDT，种植棉花的土壤则高达19磅。用于研究的种植蔓越莓的沼泽地每英亩含有34.5磅。苹果园的土壤中DDT的含量似乎达到污染的峰值，DDT累积的速度几乎和每年施用的速度一致。即使在一季里，由于果园药物喷洒达四次以上，DDT的残留值可能会达到30到50磅的最高量。长年的重复喷洒使得不同树木中DDT的含量高达每公顷26磅到60磅，而树下土壤中的含量则为113磅。

砷是会对土壤造成永久性毒害的典型。虽然从20世纪40年代以来，烟草作物已经不再喷洒砷，改用合成有机杀虫剂代替，但从1932年到1952年，由美国种植的烟草制造出的香烟中砷含量的增长超过了300%。之后有研究表明增长率高达600%。亨利・S・赛特利博士是砷毒理学方面的权威，他指出，虽然合成有机杀虫剂已经大范围替代了砷，但是烟草作物仍会持续摄入之前的毒素，因为种植烟草的土壤现在已经完全为砷酸铅的残留物所浸透，这种物质含量大且相对不易溶解，会持续释放出可溶解的砷。赛特利博士说，种植烟草的土壤中的大部分都已遭受“累计的且几乎永久性的毒化”。而东地中海地区种植的烟草因为未曾使用过砷类杀虫剂，则未曾出现过砷含量的增长。

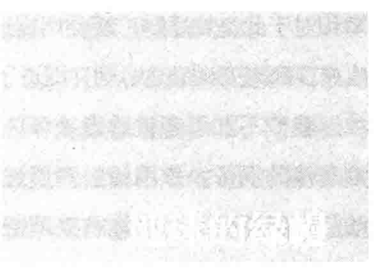
于是我们就面临着第二个问题。我们不能仅仅关注土壤发生了什么；我们必须要知道有多少杀虫剂从遭到污染的土壤中被吸收继而进入到植物组织中。这一数值很大程度上取决于土壤的类型、作物本身以及杀虫剂的性质同浓度。富含有机物的土壤释放的毒素的量要小于其他类型。胡萝卜比其他研究过的农作物吸收的杀虫剂含量都要高；而如果是林丹这种物质，胡萝卜内部积聚的浓度比土壤中的含量还要高。以后再种植某种粮食作物前，可能会有必要对土壤中的杀虫剂进行分析。否则，哪怕未喷洒过药物的作物也会仅因为从土壤中摄入过多杀虫剂，而不适合在市场上售卖。

这种问题至少已经给一家制造婴儿食物的领头企业带来了无穷无尽的麻烦，他们不愿意购买任何在曾使用过有毒杀虫剂的土壤上种出的果蔬。给他们带来最多麻烦的是BHC，它们被植物的根茎吸收后，会表现出霉腐的口感与气味。加利福尼亚两年前曾使用过BHC的农田里种植的番薯会因包含其残留物而被拒收。该公司某年曾与南卡莱罗那州签订合同，以满足其对于番薯的全部需求，结果发现极大面积的土地都遭到了污染，该公司被迫在公开市场上进行购买，结果遭受了很大的经济损失。数年来，许多州种植的不同种类的水果与蔬菜都曾不得不被拒收。最棘手的问题是花生。在南部的几个州，花生通常和棉花轮流种植，而棉花地会大量使用BHC。之后在同一片土地上种植的花生就会摄入大量的杀虫剂。事实上，只需一点点残留就能显现出霉味。这种化学物质渗入到果仁中，无法移除。加工过程不仅远不能除去霉臭，有时还会突出这种味道。工厂要想坚决排除BHC残留，唯一方法就是拒收所有使用过这种物质或是种植在受其污染的土壤中的果实。

有时作物本身也面临威胁——只要土壤中存有杀虫剂污染物，这种威胁就存在。有时杀虫剂会影响到敏感的植物，如豆类、小麦、大麦、黑麦等，会减缓其根系生长或压制其籽苗的生长。华盛顿和爱达荷州啤酒花种植者的经验就是一个例子。1955年春天，这些种植者中有许多人都因为草莓根象鼻虫的幼虫大量依附在啤酒花的根部，而进行了大规模的治理工作。根据农业专家以及杀虫剂制造商的建议，他们选择了七氯。使用七氯一年后，农场上的藤蔓开始枯萎死亡，而未曾使用过七氯的农场则没有这种问题；这种破坏作用在两种农场的交界处戛然而止。人们花了大价钱重新栽种，但第二年新种植物的根系又枯萎了。四年后土壤中仍然含有七氯，科学家也无法预测其毒性会维持多久，也无法提供任何措施去改善这一情况。直到1959年3月，联邦农业部发现自己称七氯可以用于处理种植啤酒花的土壤是错误的，才撤销了相关注册号，却为时已晚。同时，那些啤酒花种植者则在法庭上寻求可能的赔偿。

由于杀虫剂仍在继续使用，而它们几乎无法分解的残留也在土壤中持续累积，几乎可以确定我们即将面临困扰。1960年，一群专家在雪城大学开会讨论土壤的生态问题，一致地得出了上述结论。他们总结了使用化学物质及放射物“这种强力却所知甚少的工具”所带来的危害：“人类走错几步，可能会摧毁土壤的生产能力，而害虫却仍然猖獗。”





水、土壤以及地球上植被的绿幔组成了支持地球上动物生长的世界。虽然现代人很少记得这一事实，但是如果没有那些利用太阳的能量制造其赖以生存的基本食物的植物，他们无法存活。我们对待植物的态度异常狭隘。如果我们看到了某种植物的直接用途，我们就会加以种植。但凡我们发现它们的存在有一点不受欢迎或只是没什么用，我们就会毫不犹豫地加以铲除。除了有些植物因为对人类或牲畜有毒、抑或会排挤农作物，我们想要毁灭某种植物仅仅因为——根据我们狭隘的观点——它们在错误的时间出现在了错误的地方。还有许多植物仅仅因为和人们不需要的植物长在一起，也就被除掉了。

地球的植被是生命网的一部分，植物与地球间、不同植物间、植物与动物间的关系都是密不可分，息息相关的。有时我们别无他法，不得不破坏这些关系，但需经深思熟虑而后行之，我们需要充分了解我们的所作所为在时间与空间上所产生的长期影响。然而销售额的激

增和对于此类物质的广泛使用促进了对于这种杀害植物的化学物质的生产，而毫无谦逊之心则又促进了如今“除草剂”产业的兴旺。

我们不加思考就肆意破坏环境，西部鼠尾草地就是这样一个非常悲惨的例子，那里曾经开展过大规模的消灭鼠尾草改作牧场的运动。如果需要有一个地方来阐明历史感以及风景的意义，就是这里了。因为这里的自然风光生动展现了造物主自然之力的相互作用。它似一本书卷摊开在我们面前，我们可以从中读出这片土地会形成这般景色的原因，也可以读出我们为何要保存它的完整。然而这些书页却未曾被翻阅。

鼠尾草地是西部高原以及高原山脉的下坡地带，由几百万年前落基山脉的巨大隆起而形成。这里的气候非常极端：漫长的冬日里，暴风雪从山上满卷而来 ，平原上覆盖着厚厚的白雪；而在夏天，只有零星的几场雨才能缓解炎热，干旱深入土壤，干燥的风从叶与茎中掠去水分。

在这个地区的演化过程中，一定有相当长的试错期，各种植物都试图占领这片时常狂风大作的高地。它们前赴后继，未能成功。最后终于有一种植物出现了，它们具有所有在此存活需要的特质。鼠尾草——如同灌木一般低矮——可以在山坡和平原上稳稳固定，而它灰褐色的微小叶片里也可以贮存足够多的水分以抵抗风之掠夺。这并非偶然，而是自然长期实验的结果使得西部广阔的高原成为鼠尾草地。

同植物一起，动物也不断进化以做到与土地的迫切需求相一致。最后有两种动物像鼠尾草一样完美地适应了它们的栖息之所。其中一种是哺乳动物叉角羚，敏捷而优雅。另外一种是艾草松鸡，

一种鸟类，被称为路易斯和克拉克地区“高原上的公鸡”。

鼠尾草和松鸡似乎是天生一对。起初，松鸡的分布范围和鼠尾草一致，而随着鼠尾草地的减少，松鸡的数量也变少了。对于松鸡来说，鼠尾草意味着一切：山麓斜坡上的鼠尾草庇佑着它们的巢穴与幼鸟；草地更为浓密的地方则是玩乐与栖息之地；一年四季鼠尾草都为松鸡提供口粮。然而这是一种双向的关系。松鸡们蔚为壮观的求偶表演让鼠尾草下方和周围的土壤变得松软，在鼠尾草灌丛的遮蔽下生长的杂草因此更方便入侵。

羚羊也使自己的生活与鼠尾草相适应。它们本来是平原动物，冬天里当初雪落下时，这些在山上度过了炎炎夏日的动物就会移至低海拔处。在那里，鼠尾草可以为它们提供过冬食物。当其他植物的叶子都已掉光时，鼠尾草仍然常青，它灰绿色的叶片微苦却又散发芬芳，富含蛋白质、脂肪与必需的矿物质，仍然附在茎上，呈灌木丛状郁郁葱葱。哪怕积雪加深，鼠尾草的顶端仍然露在外面，可以被羚羊锋利的蹄爪够到。松鸡也以它们为食，它们在被风吹扫过的裸露地面上找到鼠尾草，或者跟随羚羊的脚步，在它们刨开积雪的地方觅食。

还有其他生物也指望着鼠尾草。骡尾鹿也以此为食。对于在冬季采食的牲畜来说，鼠尾草意味着存活。绵羊觅食的许多冬季牧场中，唯一露在地面上的就是鼠尾草了。绵羊半年的主食都是鼠尾草，它们的能量价值甚至比苜蓿干草还要高。

恶劣的高原地带、鼠尾草的紫色残存、敏捷的野生羚羊和松鸡是一个完美平衡的自然系统。是吗？“是”得改成“不是了”——至少在人们试图对自然方式进行改良的那一大片土地上发生了这样

的变化，而这样的地方仍在增加。以寻求进步为名，土地管理机构为了满足牧人的贪得无厌，已经开始着手开发更多牧地。他们指的是草地——没有鼠尾草的草地。在一块自然条件适合牧草在鼠尾草的遮蔽下共同生长的土地上，人们打算除去鼠尾草，把它变成单纯的牧草地。好像没什么人问过这个问题：这个地区开发牧地是否稳定，能否令人满意？自然的回答当然是否定的。这里鲜少下雨，年降水量不足以支持好的牧草生长；它更利于在鼠尾草的遮蔽下生长的多年生丛生禾草。

然而清除鼠尾草的工作却持续了很多年。一些政府部门参与其中；工业部门也热情投入，促进鼓励该事业的大力发展，因为其不仅提升了牧草种子的生意，也拓展了一系列收割、耕地、播种等器具机械的市场。最新加入进来的武器是化学喷雾，现在每年都要对数百万公顷的鼠尾草地喷洒农药。

结果如何呢？清除鼠尾草播种牧草行动的最终结果很容易预测。那些有着长期土地工作经验的人说比起单纯种植牧草，让牧草在鼠尾草中间及下方混长会更好，因为鼠尾草有保持水分的作用。

但就算这一工程有立竿见影之效，那一整个针脚细密的生命之网显然也被撕裂了。羚羊和松鸡会同鼠尾草一同消失。骡蹄鹿也会遭殃。而这片土地上野生生物遭受的破坏也会使土地变得贫瘠。就连牲畜——人们以为他们是受益者——也会深受其害：夏日里郁郁葱葱的牧草可无法帮助羊群在暴风雪中熬过饥寒的冬日，因为高原上已没有了鼠尾草、灌木和其他野草。

这是最直接也最明显的后果。第二种影响则和对付自然界的那杆喷药枪有关：药物喷洒总是会除去一大批本未打算毁坏的植物。

法官威廉·道格拉斯在他的新书《我的旷野：东行凯达丁》中讲述了一个骇人听闻的例子，讲的是美国森林服务管理所在布里吉国家森林中进行的生态破坏。迫于牧民想要更多牧草地的压力，管理所对大约一万公顷的鼠尾草地喷洒了药物。鼠尾草不出意外地被清除了。但同样消失的还有柳树，它们曾经生机勃勃，如同绿色的绸缎般沿着蜿蜒的溪流生长，踪迹遍布整片原野。驼鹿曾生活在这片柳林里，因为柳树之于驼鹿就如同鼠尾草之于叉角羚。海狸也曾在此居住，以柳树为食，它们把柳树弄倒，在细流中筑起坚固的堤坝。归因于海狸的劳作，就这样围起了湖。山涧中鲑鱼鲜有六英寸长；但在湖里却长势惊人，不少都重达5磅。水鸟也被湖水吸引。就因为柳树的存在还有依赖它们生存的海狸，这个地方变成了适宜垂钓与打猎、供人消遣的地方，引人入胜。

然而由于森林管理所发起的“改良”运动，柳树和鼠尾草以同样的方式消失了，被同一种不偏不倚的喷雾所杀害。道格拉斯法官1959年参观该地时，也是喷药的同一年，他被那里枯萎衰败奄奄一息的柳树所震惊，说“破坏之广，难以置信”。驼鹿会怎么样呢？海狸和它们建造出的小小世界呢？一年后他重回此地，在那片破坏殆尽的土地上读到了答案。驼鹿不见了，海狸也是如此。那个重要的大坝也因为缺少建筑师的精心照料而没了踪影，湖水也已枯竭。不见了大鲑鱼的影子。只有一条细细的小溪，穿过那片因为没有一寸绿荫而光秃秃又炽热的土地，却没有什么生命能在此存活。那个鲜活的世界被粉碎了。

每年除了有四百多万英亩的牧场会喷药外，大片其他类型的土

地也为了治理野草而直接间接地接受着化学处理。例如，一片比整个新英格兰面积都要大的土地——大约5000万英亩——为公用事业企业所管理，大部分地方都会定期进行化学治理以进行“灌木控制”。在西南地区，大约有7500万英亩的豆科灌木需要以某种手段进行治理，其中人们最积极提倡的方法就是喷洒农药。一块面积未知但非常辽阔的木材产地现在使用高空喷洒的方式以“淘汰”阔叶树，仅保留抗药性较强的针叶树。1949年以后，使用除草剂的农业用地面积翻了一番，在1959年达到了5300万英亩。而现在使用化学药物的私人草坪、花园和高尔夫球场的总面积必将达到一个惊人的数字。

化学除草剂是一个全新的玩具。它们的工作手段很壮观；它们让使用者产生自己控制了自然的眩晕感，至于其他长期的和较隐蔽的效果，很容易就被人们当成悲观主义者毫无根据的臆想而置之不理。“化学工程师”愉快地谈起“化学耕种”的问题，在那个世界里，人们受到怂恿，要把锄头换成喷药枪。上千社区的市政官员都乐于听化学工业推销员和热切的承包商的话，他们自己说能把路边的“灌木”清扫干净——当然要付个价钱。这比割草便宜——口号是这么喊的；但真正付出的代价并不仅以美元计算，还有许多我们不久就会看到的同样真实存在的债务，人们会看到不仅要为化学经销商的广告付出昂贵的价钱，长此以往，还会对健康、自然以及依附其存在的各方造成巨大危害。

比如说，全国各地商会所推崇的这种商品在旅行度假者中信誉如何呢？现在已经有一群义愤填膺的反对者抗议化学喷雾毁坏了曾经美丽的路旁风景，一大片干枯凋谢的棕褐色植被取代了美丽的蕨

类植物和野花，还有以小花和野莓点缀的天然灌木——反对者的数量在稳固增加。“我们把道路两边弄得乱七八糟，脏兮兮、灰突突的，一副垂死之相”，一位新英格兰的女士在写给报纸中的信中如是说道：“这绝非我们的游人所期望见到的，而我们还花了这么多钱宣传美丽的风景。”

1960年夏天，来自各州的环保主义者在宁静的缅因岛上集会，共同见证岛主人米莉森特·托德·宾汉馈赠给全国奥杜邦协会的礼物——本岛美丽的风景。那天的焦点在于对自然风景的保护，对于由从微生物到人类相互作用共同编织出的精密的生命之网的保护。然而在随意讨论中，大家的对话都充满了愤怒，对他们所行之路遭到掠夺之愤怒。曾经，他们沿着道路穿越终年幽绿的森林，路两旁列着月桂树、香厥木、桤木和黑果木，一切是那么美好。一个环保主义者这样描述于八月前往缅因岛的朝圣之旅：“我愤愤而返，生气缅因两旁的道路遭到了亵渎。几年前的那里，高速路似被野花和诱人的灌木镶了边，而现在却只有死去的植被留下的疤痕，绵延数里……就经济议题而言，缅因州能承担这种景象使得这里在旅游者心中失去信誉而带来的损失么？”

全国各地都在以治理路边灌木为名进行愚蠢无知的破坏活动，而缅因的道路仅仅是其中一个例子，但对于我们之中热爱那个地方的人来说，却是一个尤为心痛的例子。

美国康涅狄格州的植物学家称对于美丽的天然灌木以及野花的清理活动已经造成了“道路危机”。杜鹃花、山月桂、蓝莓、黑果木、夹莲花、山茱萸、月桂果实、香蕨、棠棣、冬青、野樱和野李都在化学物质的轰炸下奄奄一息。雏菊、金光多毛菊、野生胡萝卜、麒麟草

和秋菊这些为景色增添了优雅与美丽的植物也难逃厄运。

药物喷洒不仅计划不周，还易有种种滥用之行为。在新英格兰南部的一个小镇上，一个承包商工作完成之后罐子里还剩了点药物。他沿着森林道路将它们抛洒了出去，而此地并未得到进行任何喷洒的授权。就这样，这里秋天的道路就失去了蓝金交映之美，那里的秋菊与麒麟草相映成趣，值得游人远赴而来。在新英格兰的另外一个地方，一个承包商没有告知高速公路部门就更改了镇上药物喷洒的规格，对路边植物的喷洒高达8英寸，而不是规定的最多4英寸，最后，为此地留下了一条宽广、丑陋的褐色巨疤。马萨诸塞州的一个地方，镇上的官员从一个热情的化学药物销售员那儿买了一种除草剂，却不知道里面含有砷。之后对道路两旁进行喷洒后，其中一个后果就是十二头牛因为砷中毒而死亡。

美国康涅狄格州沃特福德镇于1957年在道路两边喷洒了化学除草剂，导致该州自然保护区内的树木严重受损。哪怕是没有直接喷洒的大树也受到了影响。虽然是在万物生长的春季，橡树叶也开始卷曲发乌。而后新梢开始出现，长速快得出奇，树枝低垂，树木看起来好像在啜泣。两个季节之后，粗大的枝干已经枯死，其他的也光秃秃的，而整棵树木畸形的啜泣姿态就伫立在那里。

有一段我很熟悉的小路，边界处是自然本身的景色，有桤木、夹莲花、香蕨、杜松，随着季节更迭，鲜艳的花朵散发着不同的芬芳，在秋季，果实如簇簇宝石垂挂枝头。这条路上没有川流的车马，也鲜有急转弯或是岔口，司机的视线就不会被灌木阻挡。然而药物喷洒者却接管了这里，这几英里的道路成了人们想要快速穿越的地方，这里变成了需要忍受的景象，我们任由科技将这个世界变

成丑陋的不毛之地，却紧闭大脑不去考虑这些。但在一些地方，当局也或多或少有些摇摆不定，由于不明所以的失察，在严格的管控中间会存有美丽的绿洲——这些绿洲使得被玷污的大部分道路变得更加难以忍受。在这些地方，看到白色三叶草的摇曳身姿，看到成片的紫豌豆，看到飞鸟百合似火的花朵，我们的精神也为之一振。

对于以售卖和喷洒化学药物为营生的人来说，这些植物只是“野草”。我曾在某次治理野草研讨会（这样的会议现在已经司空见惯了）会议记录中的某一卷中读到锄草者的哲学，令人匪夷所思。作者对杀害好植物的做法进行了辩护“仅仅因为它们与坏植物为伍”。有人抱怨路旁的野花被杀害了，他们提醒了作者，他这样说那些反对活体动物解剖者：“对他们来说，如果要以行动来评判人，流浪狗的生命要比孩子们的更珍贵。”

无疑，我们大部分人都会怀疑这篇文章的作者性格扭曲，因为我们更喜欢由野豌豆、三叶草和飞鸟百合组成的景象，喜欢它们精致而又瞬息万变的美，而不是好似被火烧焦的路边景色，灰突突的灌木丛非常脆弱，欧洲蕨曾高高扬起自己引以为傲的花边，现在却枯萎下垂。我们能够忍受有这些“野草”存在的风景，我们不因它们的根除而欣喜若狂，我们并没有因为人们又一次击败了邪恶的自然而洋洋得意——这样我们会看起来柔弱得可悲。

道格拉斯法官讲述了出席某次联邦会议的故事，会议上专家们在讨论人们抗议本章中曾提过的山艾喷药计划。一位老妪因为这一计划会毁掉野花而表示反对，这些人觉得可笑至极。“然而，难道她追求飞鸟百合和虎皮百合的权利不是和牧人追求牧草或是伐木工人砍伐树木的权利一样不可侵犯吗？”这位仁慈而富有感知力的法

官如是问道。“原野之美同矿山中的铜矿、金矿一样，同山中森林一样，都是我们的遗产。”

当然比起这种美学上的考虑，我们想要保护道旁植被的愿望还有更多含义。在自然的经济中，自然的植被有其不可或缺的地位。在乡村道路旁隔开农田的灌木树篱为鸟儿提供了食物、荫蔽以及筑巢之地，还是许多小动物的家园。仅在东部区域，有70种灌木和藤蔓是典型的道路旁植物，其中约有65种都是野生动物的食物，有着重要意义。

这些植物也是野蜂和其他授粉类昆虫的栖息之所。人们非常依赖这些野生授粉家，但却通常意识不到。即使是农民也很少能明白野蜂的价值，经常参与到采用各种极端手段的活动中，使自己无法享受蜂们的服务。一些农作物以及很多野生植物都或多或少地依赖于天然授粉昆虫的劳作。几百种野蜂参与到耕作物的授粉活动中——仅光顾花朵和苜蓿的就有100种。没有昆虫的授粉作用，在未耕作的土地上大部分用于保持土壤和增肥土壤的植物就会灭绝，其后果之深远，会影响整个区域的生态。许多草药、灌木以及森林里的树木和牧草都依赖本地的昆虫进行繁衍；没有这些植物，野生动物和牲畜就很难找到食物。现在的清耕法和使用化学物质摧毁灌木篱墙和野草的行为扫荡了这些授粉植物的最后一方净土，扯断了连接生物与生物的环链。

如我们所知，这些昆虫对农业同景致都如此重要，它们值得我们更好的对待，而不是无情摧毁它们的栖息之所。蜜蜂和野蜂都非常依赖麒麟草、芥菜和蒲公英这一类的“野草”，因为它们的幼虫以这些植物的花粉为食。在苜蓿开花之前，紫豌豆为蜜蜂提供了必

不可少的春季饲料，帮助它们熬过这一先到的季节，这样它们才能为苜蓿授粉。在秋天，没有什么其他食物了，它们再把麒麟草囤积起来，作为过冬口粮。由于自然本身准确又精密的时间，有一种蜂恰恰在柳树开花的第一天出现。不乏有人了解个中情形，然而发号施令要求把整片土地都浸泡在化学物质中的却不是这些人。

那些应该懂得合适的栖息地对于保护野生动物的意义何在的人在哪儿呢？他们中有许多人被发现在捍卫除莠剂的“无害性”，因为它们被认为比杀虫剂的毒性要弱。因此，人们说它们不会造成危害。但当含有除草剂的雨水降落在森林里、田野中、沼泽地里和牧场上时，它们带来的变化显而易见，甚至永远地毁坏了野生动物的栖息之所。对于野生动物家园与食物的摧毁，长远看来，危害比直接的杀戮或许还要严重。

这种对道路两旁及公用线路进行不遗余力的化学攻击所带来的讽刺是双重的。它们试图修正的问题永久存在，因为经验已经明确表明，地毯式地使用除草剂并不能永久地控制路边“灌木丛”，因此每年都必须进行喷洒。更为讽刺的是，我们坚持这种做法，尽管我们已经了解有种选择性喷药的方法非常可靠，通过这种选择性喷药的方法，我们可以长期地控制植被，同时避免对大多数植物的重复喷药。

控制路边和公路沿线灌木丛的目标并非将土地上除牧草以外的所有植物扫荡一空；而是要清除那些由于过于高大而阻挡到司机视线的、或是会妨碍到公路沿线电线的植物。也就是说，主要目标是树木。大部分的灌木都非常低矮，不会带来危险；当然，蕨类和野花更是如此。

选择性喷药法是由弗兰克·艾格勒博士发明的，当时他在美国自然历史博物馆任公路区灌木管控推荐委员会主任。这一方法利用自然固有的稳定性，基于大部分灌木都会顽强抵抗树木入侵这一事实而建立。与之相对，牧草地就非常容易受到树木籽苗的入侵。选择性喷药法的目标并非在道路和公路沿线生产牧草，而是通过直接治理的方法清除高大的木本植物，同时保护其他植被。进行一次药物治理就足够了，因为之后那些极其顽强的物种会重新活跃，这样灌木就取得了控制权，而树木则一去不返了。收效最好价格最低的植被控制的方法并非化学控制，而是由其他植物进行控制。

该方法在美国东部的研究区域内进行了长期试验。结果表明一旦进行了治理，该地区的情况就稳定了，至少20年都不再需要重新喷药。有时也需要在卡车底盘上装上压缩泵和药物，但绝不需要进行地毯式喷洒。仅直接对树木及一些尤其高大需要清理的灌木进行药物喷洒。因此，环境的完整性得到了保护，野生动物栖息地巨大的价值丝毫未损，而灌木、蕨类和野花之美也未被牺牲。

一些地方采用了选择性喷洒的方法进行植被管理。而对于大多数地区来说，根深蒂固的传统很难消亡，地毯式喷洒仍然长兴不衰，每年要压榨纳税人一大笔钱来支付昂贵的花费，同时又破坏了生命的生态网。它兴盛的原因当然只是因为这些事实并不为人所知。如果纳税人知道喷洒城镇道路花费的账单应当只有一代而非每年一次，他们定会揭竿而起，要求改变治理方式。

选择性喷药法有众多优势，其中一个就是它能将施加到自然中的化学物质减至最少。并非用洋洋洒洒的方式使用药物，而是用更集中的方法，只施加到树木的根部。这样对于野生生物的危害就可

以维持在最低水平。

最常用的除草剂是2,4-D、2,4,5-T,以及与之相关的化合物。这些物质是否具有毒性是一个有争议的问题。给自己家的草坪喷洒2,4-D因此被喷雾弄湿的人们不时会出现严重的神经炎甚至麻痹症。虽然这种情形并不常见，但医学权威仍然建议人们谨慎使用此类化合物。其他一些更加不明确的危害，可能也出现在2,4-D的使用过程中。实验表明，该物质会干扰细胞呼吸作用的基本生理过程，同时会像X射线一样破坏染色体。最近的一些研究表明远低于致死剂量的此类物质和其他一些除草剂会对鸟类的繁衍造成不利影响。

除了直接的毒性效应，某些除草剂的使用会造成各种奇怪的间接影响。已经发现动物——无论是野生食草动物还是牲畜——有时会被喷洒过药物的植物所吸引，而这种植物甚至都不是它们原本的食物，甚是奇怪。而如果使用了像砷一样毒性很烈的除草剂，动物想要食用这种枯萎植物的强烈愿望就会不可避免地导致灾难性的后果。哪怕除草剂的毒性没有这么强，但如果植物本身就是有毒的或者有刺的话，也会出现致命的后果。兽医医学文献中有大量类似的案例：野猪吞食喷洒了药物的苍耳后会患上重病，羊羔会吃下喷了药的蓟草，而开了花的苍耳喷药后会毒害授粉的蜜蜂。野生樱桃的叶子含有剧毒，喷洒了2,4-D之后它的叶子则会对牛群产生致命的诱惑。显然是药物喷洒（或砍伐）导致的枯萎状态增添了植物的魅力。狗舌草也是个类似的例子。牲畜通常会避开此类植物，除非在晚冬早春时节因为缺乏草料才不得不吃它。然而，这种草喷了2,4-D之后，动物们争先恐后的以此为食了。

这种奇怪的现象有时似乎可以解释为化学物质改变了植物本身的新陈代谢。植物的糖分含量暂时性地显著增多，使得它对许多动物而言更有吸引力了。

2,4-D的另外一种奇怪的效应对牲畜、野生生物都有着重要的影响，人类显然也包含在其中。大约在十年前，实验就表明使用了这种化学物质之后，棉花和甜菜中的硝酸盐含量会急剧上升。高粱、向日葵、紫露草、羊腿草、藜草、荨麻中都被疑有相同效应。其中一些植物通常情况下会被牛所忽略，但在使用了2,4-D之后牛却对它们大嚼特嚼。一些农业专家称，许多牛的死亡都可以追溯到喷了药的野草。危险在于随着硝酸盐的增加，反刍动物特殊的生理机能会立刻出现严重的问题。大部分此类动物的消化系统都异常复杂，它们的胃可以分为四个腔室。纤维素的消化通过其中一个腔室内微生物（瘤胃细菌）的作用来实现。如果这种动物食用了含有过量硝酸盐的植物，胃瘤中的微生物就会作用于硝酸盐，将其转化为毒性极强的亚硝酸盐。接着就是一连串的死亡事件了：亚硝酸盐作用于血红色素，形成一种巧克力棕色的物质，氧气牢牢束缚于这种物质中而无法参与呼吸作用，因而氧气就无法从肺部传输到各个组织。缺氧症（由于缺少氧气）在几小时内就会引发死亡。许多报告称牲畜误食了某些使用2,4-D的野草后死亡，这些案例也有了合理的解释。其他有反刍机制的野生动物，如麋鹿、羚羊、山羊等，也面临着同样的危险。

虽然引起硝酸盐含量增加的因素有许多（如天气过于干燥等），但是2,4-D销售和使用情况的剧增也是不可忽视的因素。威斯康星州大学农业实验站认为形势相当严峻，于是在1957年发布警

告称：“被2,4-D杀死的植物中可能含有大量硝酸盐。”人类和动物也会因此受到危害，这也是为什么最近“粮仓死亡”事件谜样增多的原因。当含有大量硝酸盐的玉米、燕麦和高粱被贮存起来时，就会释放有毒的氧化氮气体，对进入粮仓的人们造成致命危害。只要吸入几口这类气体，就会出现扩散型化学性肺炎。明尼苏达州医学院研究的一系列此类事件中，只有一起事件中的患者侥幸生还。

“我们在自然中散步就如同大象在摆满了瓷器的橱柜里散步一般”，一位非常了解这一切的荷兰科学家C·J·贝尔加这样总结了我们对于除草剂的使用情况。他说：“在我看来，人们把太多事情看得理所当然了。我们并不知道庄稼地里的野草是否都有害，或许有一些是有益处的呢。”

这一问题鲜少有人提起：野草和土壤之间的关系如何呢？哪怕从我们狭隘的直接自利的角度出发，这种关系或许也是有益的。我们已经知道，土壤和生活于其中及生活于其上的生物相互依存，互惠互利。野草或许从土壤中拿走了些什么，但它可能也会对土壤有所贡献。最近，荷兰某座城市的各个公园就提供了这样一个实例。公园里的玫瑰长势很差。样本检测显示土壤受到了小线虫的严重侵袭。荷兰植物保护管理局的科学家们并没有建议对土壤喷洒化学药物，反而建议把金盏草种在玫瑰花中间。这种植物出现在任何玫瑰花床上都一定会被纯粹主义者认为是杂草，但它根部所释放的分泌物却能够杀死土壤线虫。这一建议得到了采纳；一些花床上种上了金盏草，一些没有种以做对照。结果令人震惊。在金盏草的帮助下，玫瑰得以怒放；而在对照组花床上的玫瑰则病恹恹的。现在很

多地方都使用金盏草来治理线虫。

或许还有其他一些植物以相同方式在维护土壤健康中起着不可或缺的作用，我们却不知情并无情地消灭了它们。天然植物群体——现在一概打上了“野草”的烙印——的一个非常有用的功能就是充当土壤状况的显示器。当然，使用了化学除草剂之后，这一有用的功能就消失不见了。

那些认为喷药可以解决一切问题的人同时还忽略了一个具有重大科学意义的问题——有一些天然植物群落需要保留。我们需要以此为标杆，来衡量我们的活动所带来的变化。我们需要将它们作为野生栖息地，使得昆虫及其他有机体的原始种群可以在此得以存留，因为随着杀虫剂抗药性的增加，昆虫或许还有其他有机体会因此产生基因变化，这将在十六章中进行解释。有位科学家甚至建议要建立起某种“动物园”，在它们的基因构成没有进一步改变之前，来保留昆虫、螨虫及其他此类生物。

一些专家警告说，由于除草剂使用的增多，植被可能会出现细小但影响深远的变化。2,4-D这种化学物质可以杀死阔叶植物，牧草因为竞争的减弱而蓬勃生长——现在某些牧草本身却成了“野草”，给治理带来了新的问题，也使得循环拐向了其他方向。一本关注农作物问题的杂志最新出版的一期中提及了这一奇怪的情况：“随着2,4-D被广泛用于阔叶型野草的清理，牧草则逐渐成为玉米和大豆生产面临的威胁。”

豚草是枯草热的源头，它提供了一个有趣的例证：人类控制自然的努力有时却事与愿违。以控制豚草为名，人们向路边倾倒了数千加仑的化学物质。然而不幸的是，这种地毯式的喷洒却增加了豚

草的数量，而非减少。豚草是一年生植物；它的籽苗每年都需要有开阔的土壤才能生长。因此，我们防治这种植物的最好方法就是维持灌木、蕨类以及其他多年生植物的茂密生长。而喷药屡次破坏这种保护性植被，创造出的空旷开阔的土地就迅速被豚草所填满。此外，或许引起过敏的空气中的花粉与路边的豚草无关，而是来自城市空地以及休耕地里的豚草。

马唐草化学除草剂的热卖，表明了不合理的方法很容易大受欢迎。比起年复一年地使用化学试剂来清除马唐草，还有一种更加便宜也更加有效的方法，即用另外一种草与之竞争，从而使其无法存活。只有在不健康的草地上才会出现马唐草。这是一种症状，而非疾病。如果能使土壤变得肥沃，让其他我们需要的青草茁壮成长，或许就能创造出马唐草无法生存的环境，因为每年它都需要开阔的空间供种子生长。

郊区居民在花圃工人的建议下，没有对基本情况进行治理，而是继续年复一年地在自家草坪上施加数量惊人的马唐草除草剂，而花圃工人听从的则是化工厂的建议。从它们的商品名称上丝毫看不出它们的性质，许多农药都包含了汞、砷、氯丹等。按照推荐剂量进行施加会在草坪上留下大量的此类物质。比如说，某种产品的使用者按照说明需要每公顷使用60磅氯丹产品。如果它们使用其他产品，则会给每公顷土地施加175磅的砷金属。我们将在第八章中看到，鸟类的死亡数量让人担忧。而这些草坪对人类有多致命尚不得而知。

一些地方在道路和公路沿线的植被管理中使用了选择性喷药法而取得了成功，这就给了我们希望：可以将同样环保的方法用于农

场、森林和牧场的植被项目，这些方法并非旨在清除某一种物种，而是将植被作为一个活的群落进行管理。

其他一些可靠的成就也说明了我们可以做到什么。在抑制多余植被生长方面，生物防治取得了惊人的成功。自然自己解决了许多现在困扰我们的问题，而她的解决方式通常都非常成功。如果人类足够聪慧，可以模仿自然的方式，那么通常也会受到成功的眷顾。

在治理多余植物领域有一个突出的例子：加利福尼亚州对于卡拉马斯杂草的处理。卡拉马斯杂草（又名山羊草）是欧洲的本土植物，在那里它被称为圣约翰斯沃特草。它随着人类一起向西迁移，于1793年左右首次出现在美国宾夕法尼亚州的兰卡斯特。1900年，它到达了加利福尼亚卡拉马斯河附近，也因此为名。1929年，这种草占领了约10万公顷的牧草地，1952年，这一数字则达到250万。

卡拉马斯草，不像鼠尾草一样属于本土植物，在该地区的生态环境中本无其位置，没有什么动植物需要它。相反，只要它一出现，当地的牲畜就会因为食用这种有毒的植物而“满身疥疮、口舌溃疡、病恹恹的”。土地的价值也相应降低，因为卡拉马斯草被认为是折价的。

在欧洲，卡拉马斯草或约翰斯沃特草从来都不是难题，因为有许多种昆虫活动在这种植物周围；它们对它的大量采食严重限制了它的数量。尤其是法国南部的两种甲虫，豌豆大小，带着金属的色泽，它们全部的生命都完全适应于这种草而存在，它们以它为食，并且只在这种草上面繁殖。

这两种甲虫于1944年被首次运到美国，这一事件颇具历史意义，因为这是北美洲首次尝试利用食用某种植物的昆虫来治理该植

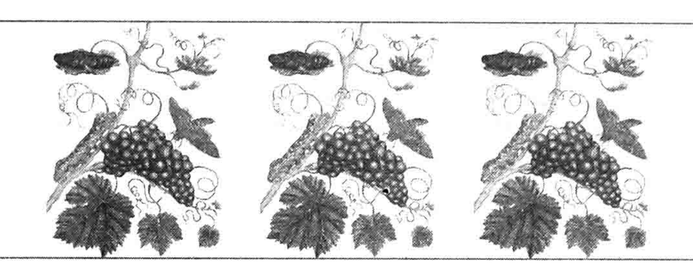
物。截至1948年，这两种昆虫都得到了很好的发展，不再需要继续引入了。人们每年从它们的原产地收集这两种甲虫，并以每年几百万只的速度进行投放，使之得以传播。在较小的区域范围内，这些甲虫自主进行扩散，而一旦卡拉马斯草灭绝之后就立刻随之转移，非常精准地重新确定新的聚集地。这种草因为甲虫而变得稀疏后，那些曾被挤出去的牧草植物就得以重新生长。

于1959年结束的一场长达十年的调研表明，对于卡拉马斯草的治理工作“甚至比乐观主义者所期待的还要有效”，这种野草被减少至只有之前的1%那么多。这种象征性的侵袭是无害的，而且也需要维持甲虫的数量以应对卡拉马斯草在将来出现增长。

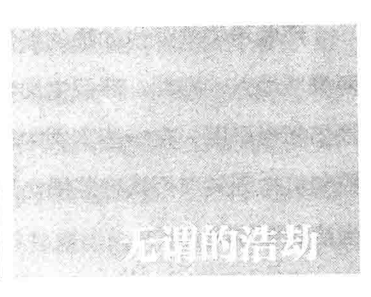
另外一起极为成功也极为实惠的杂草治理案例发生在澳大利亚。殖民者通常热衷于将动植物带往一个新的国家，而一位名为亚瑟菲利普的船长就于1787年前后将几种不同的仙人掌带到了澳大利亚，想用它们培育胭脂虫进行染色。一些仙人掌或仙人球从他的花园里逃逸，截至1925年，野外大概生长着20种仙人掌。它们在这一新的领地上因没有天敌而疯狂蔓延，最终占领了约6000万公顷的土地。其中至少有一半土地因被盖得严严实实而荒废了。

1920年，澳大利亚的生态学家被派往南北美洲——仙人球的原籍，来研究它们的昆虫天敌。在对若干物种进行了实验后，澳大利亚于1930年投放了30亿颗阿根廷蛾的虫卵。七年之后，最后一块长满了仙人球的土地也得到了治理，那些曾经不适宜居住的土地向定居者和放牧者重新敞开了怀抱。整个行动算下来，平均每公顷花费不超过一便士。与之相对，前些年用化学药物进行治理的尝试不仅效果不佳，每公顷还要十美元。

这两个例子都表明，如果多关注一下以某种植物为食的昆虫所扮演的角色，对于多种有害植物的治理工作都可以变得卓有成效。牧场管理科学却极大地忽视了上述方法的可行性，哪怕这些昆虫可能是所有食草动物里最挑食的，并且它们极为挑剔的饮食很容易为人们所用。







无谓的浩劫

随着人类向他所宣称的占领自然的目标前进时，他书写了一部令人抑郁的破坏史，不仅瞄准了他所居住的地球，而且瞄准了与他共同拥有地球的万物。近几个世纪的历史有着黑暗的篇章——西部平原上的水牛遭到屠戮，水鸟被市场上的持枪者所屠杀，白鹭则因为它们的羽毛几近灭绝。现在，在这些和其他类似篇章之外，我们又添加了新的章节，增加了一种新的浩劫——因为任意向土地上喷洒化学杀虫剂而直接杀害了鸟类、哺乳动物、鱼类，实际上荼毒了每一种形式的野生生物。

现在指导我们达到目标的似乎是这种哲学：没有什么可以阻挡人们拿着喷药枪前进的道路。他针对昆虫进行的圣战所造成的连带危害算不上什么；如果知更鸟、野鸡、浣熊、猫甚至牲畜碰巧和目标昆虫居住在同一块地方而遭到了这些有毒杀虫剂的雾雨的袭击，任何人都不该反对。

那些希望就野生动物的损伤问题做出公平判断的人目前陷入了两难境地。一方面，环保主义者和许多野生动物生物学家坚称这种损伤相当严重，在一些案例中甚至是毁灭性的。而另一方面，昆虫控制机构则矢口否认这些损伤的存在，就算有也毫不重要。我们应当接受哪种观点呢?

最重要的问题是证据是否可靠。在这一问题中，专业的野生动物生物学家当然是发现并诠释野生动物损失的最佳人选。昆虫学者的专长在于研究昆虫，并未受过规范的培训，而且从心理上也不愿意查找自己提出的控制项目有哪些惹人厌的副作用。然而无论是在州政府还是联邦政府中，当然还有化工厂中，一直是这些控制项目的主导者在坚决否认生物学家报告中的事实，并坚称他们没看到对野生生物造成了什么危害。如同圣经中牧师与利未人的故事一般，他们选择从另一边走过，视而不见。哪怕我们宽容地将这种行为解释为专家以及利益相关者短视的结果，但这并不意味着我们应当将这些人视为合格的见证人。

形成自己判断的最好方法是关注一些大型控制项目，向熟悉野生动物行为且对化学药物没有偏好的观察家学习，了解毒雨从空中落到野生生物世界中后会出现什么结果。

无论是鸟类观察者、因为自家花园中的鸟儿获得欢乐的郊区居民、猎人、渔民，还是野外探索者，任何破坏某一地区野生生物的东西——哪怕就一年时间——也会剥夺他们的乐趣，而这是他们的合法权利。这是一种正确的观点。虽然有时确实会有鸟类、哺乳动物和鱼类在喷洒了一次药物之后能够进行自我重建，但也已经造成了实实在在的严重危害。

但是这种重建不太可能出现。药物喷洒通常是重复进行的，野生生物有可能在单次喷洒后复原，但很少会有单次喷洒的情形。通常会形成有毒的环境，建立致命的陷阱，无论是原有生物还是外来的都会因此死亡。喷洒的面积越大，危害就越严重，因为安全的绿洲已经不复存在。这十年的显著特点就是昆虫治理项目，各种私人或社区的喷药行为稳步增长，美国野生动物破坏和死亡的记录因此不断累积。

我们来看看其中一些项目，看看都发生了些什么。1959年秋天，密歇根东南部有大约27000公顷土地（包括底特律的大片郊区）大量喷洒了艾氏剂药粉，这是最危险的氯化烃中的一种。密歇根农业部和美国农业部共同引导了这一项目；他们称其目的是为了治理日本甲虫。

这种激烈而危险的行为看起来没什么必要。相反，沃尔特·尼克威尔（美国最知名也最有见识的自然主义者之一，每年夏天都将大量时间花在密歇根南部的田野里）宣称："据我所知，过去三十多年来，底特律市只存在少量的日本甲虫。这么多年来，它的数量一直没有出现任何可见的增长。除了被底特律政府设置的捕获陷阱所抓到的那几只，我从没见过任何一只日本甲虫（1959年）……这一切都如此隐秘，我还没看到任何因为它们数量增加而造成的影响。"

而州政府机构仅发布了一则官方声明称这种甲虫已经在一些地方"出现"，因此我们要对其发动空袭。尽管缺乏正当理由，但这一项目仍然启动了，州政府提供人力并监控整个行动，联邦政府提供设备及额外的人员，社区则为杀虫剂埋单。

日本甲虫因意外传入美国，于1916年在新泽西州被人发现，当时在里弗顿附近的一个苗圃里人们发现了一些闪闪发光带着绿色金属色泽的甲虫。人们一开始不知道这是什么，最后知道它是日本本岛的一种常见昆虫。它们显然是在1912年发布限制令之前随着苗木进口到美国的。

这种日本甲虫从它最初进入的地方扩散至了东密西西比河的大部分地区，这些地方的温度及降水条件都非常适宜它的生长。每一年它们现有的分布界限都会向外扩张。东部地区是最早发现这种甲虫的地区，在这里人们以自然控制法进行了尝试。许多记录表明，在采用这种方法的地区，甲虫的数量都保持在相对较低的水平。

尽管东部地区有进行有效控制的先例，而仍处于甲虫范围边缘的中西部地区仍然发动了战争，似乎要打击的是死敌而非一种危害性一般的昆虫，他们使用了最危险的化学物质，采用的喷洒方式会让大量的人类、他们的牲畜以及全部的野生生物暴露在这种毒素中。正因如此，日本甲虫治理项目对动物造成了惊人的破坏，也将人类暴露在了无可争辩的危险之中。密歇根州的各个地方，肯塔基、爱荷华、印第安纳、伊利诺斯以及密苏里都以甲虫控制为名经历了这种化学雨。

尽管州政府对媒体发表的官方声明中承认艾氏剂是一种“毒药”，却暗指其在人口稠密区域施加该药物不会对人类造成危害。（对于“我应该采取什么防护措施？”这一问题的官方答案是“对于您来说，什么都不需要做。”）当地媒体之后引用了联邦航空机构一名官员的评论，称“这种操作很安全”，底特律公园及娱乐管理局的一位代表也再次肯定，称“粉尘对于人类是无害的，也不会

危害到植物或宠物”。

密歇根州的喷药行动是针对日本甲虫进行的第一次大规模空袭。他们选择了艾氏剂，一种最致命的化学药物，这种选择并非因为其特别适合治理日本甲虫，而仅仅是为了省钱——艾氏剂是能买到的最便宜的材料。美国公共卫生管理局、渔业及野生动物保护局曾发布过一些报告（这些报告很容易就能找到），还有其他一些证据都表明艾氏剂的毒性极强，我们只得认为这些官员从来不曾查阅过这些文件。

密歇根害虫控制法规定该州可以随意进行药物喷洒而不需要告知私人土地所有者，也不需要获得他们的许可，在法律的允许下，低空飞行的飞机开始在底特律地区上空飞翔。该市政府以及联邦飞行机构立刻被惊惶市民打来的电话围攻。底特律新闻称，官方在一小时内就接到了将近800通来电，警方于是央求电台、电视台及报纸“告诉观众他们看到了什么，并且告知他们这是安全的”。联邦航空机构的安全官员向公众保证，“这些飞机都处于严密监控中”，并且“低空飞行是得到授权的”。为了减轻公众的恐惧，他还说这些飞机都具有安全阀，可以让它们立刻将装载的所有物质倾倒而出，还好他们没这么干。但随着飞机进行作业，杀虫剂的药丸落在甲虫上，也同样落在人类身上，“无害”的毒药浴浇在去购物和上班的人们身上，也浇在放学午休的孩子们身上。家庭主妇们扫掉门廊和人行道上的斑斑点点，据说这些斑点“像雪一样”。之后密歇根奥杜邦协会这样说：“在房顶的瓦片间，在屋檐下的檐槽里，在树皮和树枝的罅隙里，这些由艾氏剂和黏土构成的小白球，不过钉头大小，就几百万几百万地留了下来。飘雪或下雨时，每一方水

注都是一剂可能致死的毒药。”

喷洒行动后没几天，底特律杜邦协会就开始接到关于鸟类死亡的电话。据协会秘书安妮·波耶斯夫人说：“我在周日早上接到了一位女士的来电，称她在从教堂回家的路上看到了许多已经死亡和将死之鸟，数量惊人，这第一次显示出人们对于喷药的担忧。喷药活动在周四完成。她说那里完全没有鸟儿在飞，她在后院发现了至少十几只死鸟，而她的邻居则发现了死掉的松鼠。”波耶斯夫人那天接到的其他所有电话都报告称“有许多死鸟，没一只活的……那些装满了鸟类喂食器的人说喂食器旁边一只鸟也没有”。而奄奄一息的鸟儿都出现了杀虫剂中毒的典型症状——颤动、失去飞行能力、麻痹、抽搐等。

鸟类并非唯一一种立刻就受到影响的生命。当地的一位兽医称他的诊所里挤满了突然患病的猫猫狗狗。病症包括严重腹泻、呕吐以及抽搐等。而兽医所能给出的唯一建议就是除非必要情况否则不要让动物外出，一旦外出，回来就要立刻清洗它们的爪子。（但水果蔬菜上的氯化烃类物质则无法清洗，因此不要期待这种方法有多大的保护作用。）

尽管县市的卫生官员都坚称鸟类肯定是被“喷洒了其他药物”，而人们因为暴露在艾氏剂中而出现喉咙痛和胸闷等症状，也一定是因为“其他原因”，当地的卫生部门源源不断地接到投诉。底特律有一位有名气的内科医生在一小时内接收了四名病人，他们都是在观看工作中的飞机时生病的。所有人的症状都很相似：恶心、呕吐、打冷战、发烧、极度疲劳以及咳嗽。随着使用化学药剂治理日本甲虫的压力逐渐增加，很多其他社区也经历了发生在底特

律的事情。在伊利诺斯州的蓝钻岛，人们发现了几百只已经死去的和奄奄一息的鸟。从事鸟类标记工作的人收集到的数据表明，有80%的黄莺都死掉了。而在伊利诺斯州的朱利叶市，大约3000公顷的土地在1959年使用了七氯。当地一家运动员俱乐部的报告称，喷药地区的鸟群“几乎被彻底消灭了”；还发现了大量野兔、麝鼠、负鼠和鱼的尸体，当地一家学校把收集受到杀虫剂毒害的鸟类作为一项科学作业。

为了创造一个没有甲虫的世界，没有哪个社区比伊利诺斯东部的谢尔登和与之毗邻的易洛魁县所付出的代价更惨了。1954年，美国农业部和伊利诺斯农业部开启了清除日本甲虫的项目，就沿着这些甲虫进军伊利诺斯州的线路，他们希望大面积的药物喷洒可以摧毁入侵的昆虫种群，他们也是这样保证的。在当年发起了第一次“扫荡”，向1400公顷土地上空投了艾氏剂。1955年又用类似方法处理了2600英亩土地，人们以为任务已经完成了。但之后却进行了一次又一次的化学处理，至1961年年末，约有131000公顷土地被化学药物所覆盖。哪怕在该项目刚开始的几年，就能明显看到野生动物和家养牲畜受到的严重损失，该项目却仍然继续了下去，既没有咨询美国鱼类和野生动物管理局，也没有同伊利诺斯渔猎管理部门进行商讨。（1960年春天，联邦农业部的官员出席了国会委员会，反对一项法案的通过，该法案要求人们在上述情况下需要事先进行咨询。他们殷勤地称这一法案毫无必要，因为进行此类合作及咨询是“惯例”。这些官员完全想不起来在一些情况下，合作并没有达到“华盛顿水平”。在同一法案的听证会中，他们明确表明自己不

愿意咨询州渔猎管理部门。）

针对化学控制的资金投入源源不断，但伊利诺斯自然历史调查所的生物学家却只能以非常少的资金来用于研究化学控制对野生生物造成的危害。1954年，只有1100美元可以用于雇用农林助理员，而1955年则没有任何专项资金支持。尽管困难重重，这些生物学家仍然将事实拼凑完整，共同绘制了野生生物遭到空前毁坏的景象——而只要此类项目付诸实施，这种破坏就会凸显。

鸟类中毒情况的发生不仅取决于使用的毒药，也取决于使用毒药的方式。谢尔登早期的项目中，艾氏剂的使用剂量为每英亩3磅。为了弄清这对于鸟类的影响，我们需要记住，在实验室对鹌鹑进行的实验证明了艾氏剂的毒性是DDT的50倍。因此，遍布在谢尔顿土地上的毒素相当于每公顷大约150磅DDT！而且这还是最小量，因为在田地的交界处和拐角处药物的喷洒会有重复。

随着化学药物渗透到土壤中，甲虫卵就爬到地面上，在那儿待上一段时间，直到死去，这会吸引捕食昆虫的鸟类。进行化学处理之后的两个星期里，能看见各种各样已经死去的和奄奄一息的甲虫。因此很容易就可以预见到鸟类的下场。棕鸫、椋鸟、草地鹨、白头翁和野鸡几乎被连根铲除。根据生物学家的报告，知更鸟“几乎断灭”。一场细雨之后，可以看到大量蚯蚓的尸体。对于其他鸟类而言，曾经的好雨也变了，因为毒药的邪恶力量进入了它们的世界而变成了毁灭之利器。鸟儿如果在喷药几天后雨水留下的水洼中饮水沐浴的话，一定在劫难逃。而存活下来的鸟儿也因此无法繁衍。虽然在喷了药的地方还能找到几处鸟巢，可能会有蛋，却没有幼鸟。

在哺乳动物中，地松鼠几乎灭绝了，它们的尸体带有明显的被毒死的特征。在喷了药的地方有麝鼠的尸体，在田野里有死了的兔子。黑松鼠是这个城镇中相当常见的一种动物，却在喷药之后了无踪迹。

在消灭甲虫的战争开始之后，很难在谢尔登地区的农场看到猫的身影。在第一次喷药行动中，90%的猫都遭到了狄氏剂的荼毒。从这些毒药在其他地区的黑暗史来看，这些是可以预见的。猫对于所有杀虫剂都非常敏感，而且似乎对狄氏剂尤为敏感。世界卫生组织在爪哇岛西部开展了抗疟疾项目，许多猫就死掉了。与之类似，该组织在委内瑞拉进行了化学药物喷洒之后，猫就变成了稀有动物。

在谢尔登，在治理昆虫的战役中牺牲的不仅包括野生生物和家养宠物。对几处羊群和牛群进行的观察表明，中毒和死亡也同样威胁着牲畜。自然历史调查所的报告描述了其中这样一个场景：

5月6日，绵羊从喷洒过狄氏剂的田野里被赶到一条碎石路对面的一个小牧场，因为这个蓝草牧场未被处理。但显然有些喷雾穿过了马路，飘落在牧场里，因为羊群几乎立刻就出现了中毒症状。它们对食物失去了兴趣，并变得极端躁动，沿着牧场的篱笆转了一圈又一圈，显然是想找路出去……它们不愿意被驱赶，不停地咩咩叫，耷拉着脑袋；最后终于把它们从草场里弄出去了……它们非常想喝水。流经牧场的溪流里找到了两只羊的尸体，其余的羊不断地被从溪流中驱赶出去，有一些需要使劲才能拽出去。最后还是死了三只羊，那些活下来的羊也终于恢复至原来的状态。

这是1955年年底的情形。虽然接下来的几年化学战争一直继续，仅有的一点研究经费却彻底枯竭。自然历史调查所向伊利诺斯立法机关提交的年度预算中虽然包含了用于研究野生生物与杀虫剂关系的经费申请，却难逃首批就被砍的厄运。直到1960年，才不知怎么弄到一点钱来雇了一位农林助理员，而他要做的工作四个人也很难做完。

生物学家继续进行于1955年中断的研究时，野生动物受到损害的荒凉场景几乎没什么改变。与此同时，化学药物却变成了毒性更强的艾氏剂，对鹌鹑的实验表明其毒性为DDT的100到300倍。1960年，已知的每一种居住于此的野生哺乳动物都受到了损害。鸟类的情况更严重。在一个叫作多诺万的小镇上，知更鸟几乎已经灭绝，白头翁、八哥和棕鸫也是如此。在其他地方，这些鸟的数量也锐减。捕猎野鸡者明显感受到了甲虫战争的后果。在喷洒了药物的地区，孵窝的数量减少了一半，每个窝里幼鸟的数量也减少了。前些年这些地方捕猎野鸡的营生非常红火，后来却因为收入太低而名存实亡。

尽管为了消灭日本甲虫，这些地方遭受了巨大浩劫，但花了八年时间对易洛魁县的10万公顷土地进行药物喷洒的行动对于这种昆虫似乎只有暂时压制的作用，它们仍在不断地继续西进。这一浩大却收效寥寥的项目总共付出了多少代价或许永远都无法知道，因为伊利诺斯生物学家只对非常少量的结果进行了测量。如果研究项目资金充裕，可以对项目进行全面研究，人们会看到更为惊人的破坏结果。然而在这一项目进行的八年时间中，只有6000美元可以用于生物实地研究。与此同时，联邦政府为治理工作花了3750000美元，州政

府还提供了成千上万的额外资助。因此，研究工作的经费只相当于这一化学项目全部花销的百分之一。

中西部打着危机精神的名号开展了这些项目，就好像甲虫的发展极端危险，为了打压它而采取的任何措施都是合理的一样。这当然扭曲了事实，而且如果那些浸泡在化学物质里的当地居民熟悉日本甲虫在美国的早期历史，他们定然不会如此甘之如饴。

东部地区则非常幸运，它们在合成杀虫剂发明出来之前就成功击退了甲虫的侵略，不但有效地控制了甲虫，还没有对其他任何生命形式产生威胁。在东部的地区没有进行类似底特律和谢尔登那样的药物喷洒。那些地区引入了自然力量的控制，行之有效，同时具有效果持久、对环境无害等多重优势。

这种甲虫进入美国之后最初的十几年里，由于美国不是其原生地而缺乏对其制衡的力量，它们得以快速发展。但到1945年，在其所到之地的大部分地区，它却变成了一种非常微不足道的害虫。这种昆虫种群的衰败主要是由于从远东地区引入了寄生昆虫，它们身上携带的病原体可以致其死亡。

从1920年到1933年，经过对该种甲虫原生地进行不懈的探索，共从东方引入了34种肉食性或寄生性昆虫。以实施自然控制。其中有5种在美国东部地区生长良好。最有效、分布也最广泛的是来自朝鲜和中国的一种寄生性黄蜂——春臀钩土蜂。雌蜂在土中找到一只甲虫幼虫时，就会向其体内注入麻醉性液体，并将一颗卵黏附在幼虫底部。黄蜂以幼虫的形式孵化出来后，以麻醉的甲虫幼虫为食并将其毁灭。在大约25年间，东部14个州都通过联邦政府和州政府的一个合作项目引入了这种土蜂。这种黄蜂在该地区得到了广泛发

展，昆虫学者们认为它们在控制甲虫中起了重要作用。

一种细菌性的疾病起了更为重要的作用，它能影响日本甲虫所属的甲虫家族——金龟子科甲虫。这是一种非常有针对性的有机体，不攻击其他任何昆虫，对于蚯蚓、温血动物以及植物都无害。这种疾病的孢子出现在土壤中。当它们被觅食的甲虫幼虫消化时，就会在血液中成倍扩张，使血液呈现反常的白色，因此它的俗名被称为“乳白病”。

乳白病于1933年在新泽西州被发现。截至1938年，在最早受到日本甲虫入侵的地区，这种病已经得到了广泛传播。1939年开展的一个项目旨在加速这种疾病的扩散。虽然没有办法在人工媒介中培养这种病原体，但逐渐进化出了一种让人满意的替代品，由被感染的幼虫碾碎、烘干并同粉笔沫混合而成。1克标准粉尘混合物里含有1亿孢子。1939年到1953年间，东部14个州有约94000公顷土地通过联邦和州政府间的合作项目有效控制了这种甲虫；联邦土地上的其他地区的甲虫也得到了有效控制；私人组织和个人还对数量未知但大面积的土地进行了治理。截至1945年，乳白病盛行于康涅狄格、纽约、新泽西、特拉华和马里兰各州的甲虫种群中。在某些测试区里，受到感染的甲虫幼虫高达94%。这一项目于1953年不再作为政府项目继续，一家私立实验室接管了生产，继续对个人、花园俱乐部、公民协会以及所有其他有意进行甲虫治理的人提供该产品。

在实施了该项目的东部地区现在享受着对甲虫的高度自然控制。这种有机体可在土壤中保存数年，因此实际上它们将永远存在于土壤中，效力不断增加，并由自然媒介不断传播。

那么，既然东部成绩斐然，伊利诺斯和中西部的其他州为什么不

采取相同的程序，而是选择了导致人们现在怨声载道的化学战呢？

有人说乳白病的接种“造价太高”——尽管20世纪40年代也没人这么觉得。那么是通过什么算法得出来“造价太高”的结论呢？和计算谢尔登市进行的药物喷洒项目带来的危害总共付出了多少代价的肯定不是同样的方法。这一判断也忽视了这一事实：孢子的接种只需要进行一次；这是种一次性的花费。

还有人说乳白病无法用于甲虫种群的外缘，因为只有当土壤中已经有大量的甲虫幼虫时，才可使用这种方法。如同其他支持喷药法的言论一样，这种说法也值得质疑。引发乳白病的细菌可以使其他至少40种甲虫受到感染，这些甲虫加起来分布范围极广，哪怕在只有少量或者没有日本甲虫的地方，它们也足以使这种疾病发展起来。更何况，由于孢子在土壤中可以长期存活，目前处于甲虫范围边缘地区的土壤也可以先行引入，即使里面完全没有甲虫幼虫，它们也可以等到正在前进中的甲虫到来之日再发挥作用。

那些不惜代价要求得到立竿见影效果的人，毫无疑问，会继续使用化学物质对抗甲虫。那些爱赶时髦不喜欢老一套的人也会如此，而化学控制不是一朝一夕的事，需要不断花大价钱进行重复。

另一方面，那些愿意等上一两个季节，等乳白病的作用充分发挥的人；他们则会收到回报，他们能够长久持续地控制甲虫，而且这种效果随着时间的流逝增强而非减弱。

美国农业部在伊利诺斯皮奥瑞亚的实验室正开展一项范围广阔的研究项目，试图找到在人工介质中培养乳白病有机体的方法。这将大大削减成本，有利于该方法得到更为广泛的使用。经过数年的努力，现在已经取得了一些成就。当这一“突破点”能彻底确定

时，或许能给日本甲虫之战添加一些智慧与远见，而现在这场战争带来的掠夺已经到达了顶点，这些中东部项目所造成的噩梦般的破坏行为将永远无法得到合理解释。

像伊利诺斯东部的喷药事件所带来的问题已不仅是科学问题还有道德问题。这个问题是，有没有什么文明能够对生命发动一场无情的战争而不使自己灭亡，也不失去能够称之为文明的权利。

这些杀虫剂并非有针对性的毒药：它们并没有将我们想除去的那一种挑出来。使用每种杀虫剂的原因都很简单：它们是致命毒药。因此它们会毒害所有接触到的生命：有些人家喜欢的猫咪，农人的牛，田野里的兔子和划破天空的角云雀。这些生命对人毫无害处。事实上，它们的存在使得人类的生活更美好。然而人类却以突然而又可怕的死亡回馈它们。谢尔登的科学观察者如此描述一只濒死的草地鹨："虽然它已失去了肌肉的协调性，无法飞行或站立，它侧身躺着，却不停地拍打翅膀，脚趾绷得紧紧的。嘴巴大张，呼吸非常艰难。"更可怜的是死去的地松鼠做出的无言证词，它们"表现出对于死亡的典型态度，背部弯曲，前腿的脚趾紧紧攥着，前腿向胸部靠拢……头和脖子向外伸着，嘴里时常有泥土，表明它们在奄奄一息时曾一直朝着地面啃咬"。

如果默许了这种行为而使动物忍受如此折磨，我们中有谁不会因此而辱没了作为人类的尊严呢?





现在美国有越来越多的地方，春天来时，却无鸟儿报春；归来时悄然无声，清晨也异常安静，以前可总是充满了鸟儿的美妙歌声。鸟儿歌声突然静默了，它们给我们的世界所带来的色彩、美丽与乐趣也被清除了，对于那些目前仍未受到影响的地区居民来说，这些变化来得太快又悄然无声，不为人们所注意。

伊利诺伊州辛斯戴尔镇上的一位主妇怀着绝望的心情给世界最顶尖的鸟类学者之一罗伯特·库什曼·墨菲写信，他是美国自然历史博物馆鸟类馆的名誉馆长。

“我们村子里已经给榆树喷了好几年药了（她写信的时间为1958年）。我们六年前搬来这里的时候，这里有很多鸟；我装了一个鸟类喂食器，一整个冬天都会有红雀、山雀和五子雀络绎不绝地前来觅食，天时红雀和山雀还会带着它们的幼鸟前来。

在喷了DDT几年后，镇上几乎已经没有了知更鸟和椋鸟的踪

影，已经有两年了，我的喂食器上都没有了山雀的痕迹，今年也看不见红雀了，周围在孵窝的鸟好像只有一对鸽子，或许还有一窝猫鹊。

很难跟孩子们解释鸟儿们都被杀死了，因为他们在学校里学的有一项是联邦法律保护鸟类不受杀害或捕捉。“它们还会回来吗？”他们问我，我却无言以对。榆树还在死去，鸟儿们也一样。现在有没有采取措施呢？可以采取什么措施呢？我能做些什么呢？

在联邦政府为消灭火蚁而开启了大规模喷药项目后一年，一位阿拉巴马州的女士写信说：“过去五十多年来，我们那里一直是一个不折不扣的鸟类自然保护区。去年7月，我们突然意识到，‘今年的鸟格外多’。然后，在8月的第二个星期，它们突然全部都消失了。我习惯早起照料我最喜欢的一头生了小马驹的母马，却听不到鸟儿的一声啼叫。真是奇怪又吓人。人类对这个美好的世界做了些什么？最后，五个月之后，才有一只冠蓝鸦和一只鹪鹩出现了。”

这位女士信中所提到的那个秋天里，还有一些令人沮丧的来自最南部的报告。国家杜邦协会及美国鱼类和野生动物管理局出版的季刊《田野笔记》中提到，在密西西比、路易斯安那州和阿拉巴马州，“那些地方几乎没有任何鸟类生命”，让人震惊。《田野笔记》是由经验丰富的观察者的报告编制而成，他们花费多年时间在自己特定的地区进行野外观察，对于该地区正常鸟类生命有着极其丰富的知识。其中一位观察者报告称，那个秋天在密西西比南部开车周游时发现“在很长的路程里都无法看到地上有鸟”。另外一个在巴吞鲁日的观察者称，她的喂食器中的食物“几个星期到头”动

都没动，而她院子里结了果的灌木丛在那时通常都被吃干净了，那年却仍然挂满了浆果。还有一个观察者称他的落地窗“往年都能捕捉到四五十只红雀聚集而成的红色场景，同时还挤满了其他鸟类，今年却只能偶尔看到一两只鸟的身影”。西维吉尼亚大学的莫里斯·布鲁克斯教授是阿巴拉契亚山地区的鸟类学权威，他说西维吉尼亚的鸟类数量出现了“令人难以置信的减少”。

其中一个故事可谓是鸟类命运的悲剧象征——它们的命运已经超过了某些种类，并且威胁了所有种族。这就是知更鸟的故事，每个人都熟知这种鸟。对于数百万的美国人来说，每年第一只知更鸟的出现意味着冬天的力量已被打破。报纸会报道它的到来，人们也会在早餐桌上急切地分享这一消息。随着北归鸟儿数量增多，树林里也出现了第一抹绿，许多人都倾听知更鸟在晨间的第一声清啼，是它们让清晨的光明亮起来。但现在一切都变了，甚至连鸟儿的北归都非常事了。

知更鸟的存亡，事实上还有许多其他物种的存亡，似乎都与美国榆树的命运息息相关。从大西洋到落基山，这种树似乎是这里几千个城镇历史的一部分，它们赋予这里的街道、村庄广场还有大学校园以美丽的绿色拱门。现在这些榆树受到了疾病的侵袭，这种疾病蔓延至整个榆树生长的区域，病情十分严重，许多专家认为所有救治榆树的努力最后不过是白费力气。失去这些榆树是个悲剧，但如果对其进行救治却徒劳无功，又让大部分的鸟类都陷入消失的黑暗里，那就是双重悲剧了。然而目前这种可能正威胁着我们。

这种所谓的荷兰榆树病于1930年前后从欧洲传入美国，是随着镶板工业进口的榆树节进入的。这是一种真菌类疾病；这种有机

体会侵入树木的输水管内，随着树叶的流动扩散孢子，通过其毒液和机械堵塞的双重作用，枝干开始枯萎，树木逐渐死亡。这种疾病会通过榆树皮甲虫在生病的树木和健康树木之间迁移而得到传播。这种昆虫在已死掉的榆树树皮下挖开的隧道被入侵的真菌孢子所污染，孢子附着在昆虫的身体上，它飞到哪儿就被带到哪儿。而治理榆树病这种真菌性疾病大部分都是朝着治理这种昆虫的方向开展。一个社区接着一个社区，尤其是在美国榆树的重要据点（美国中西部和新英格兰），大范围的喷药已经成为例行程序。

这么喷药会给鸟类——尤其是知更鸟——带来什么？密歇根州立大学的两名鸟类学者——乔治・华莱士教授和他的研究生约翰・梅纳的研究首次回答了这一问题。梅纳先生于1954年开始做博士论文时，他选择了和一个知更鸟种群有关的研究项目。这一选择非常偶然，因为那时没有人认为知更鸟处于危险之中。但正当他要进行此项工作时，出现了一些问题改变了事情的性质，甚至让他无法拥有研究对象。

对于荷兰榆树病的治理于1954年在该大学校园里进行了小范围的药物喷洒。第二年，东兰辛市（该大学的所在地）也加入了该项目，对于校园的喷洒范围扩大了，同时，由于该地还开展了对于吉普赛蛾子和蚊子的治理项目， 化学药物的毛毛细雨发展成了倾盆大雨。

1954年是进行轻度喷洒的第一年，一切看起来还不错。第二年春天，南迁的知更鸟又同往常一般回到了学校。如同汤姆林森那首经典的散文“失落的树林”中的蓝铃花一样，它们重回故土时“未曾想到厄运的降临”。但是很快人们就发现事情不太对劲。学校里

开始出现死去的和濒死的知更鸟。很少能像平常一样看到鸟儿觅食或是搭建巢穴，很少看到搭好的鸟巢，很少有幼鸟的身影。接下来的几个春天，这一模式都在单调地重复着。喷洒了药物的地区变成了致命陷阱，每一拨归来的知更鸟都会在大约一周之内被消灭。会有新来的鸟儿进来，却只是徒增校园里死去鸟类的数量，它们极度痛苦地战栗，不久就会死去。

“对于大部分想要在这个春天定居于此的知更鸟来说，这个校园可称得上是墓地。”华莱士博士说。但为什么呢？一开始他怀疑是某种神经系统的疾病，但很快事实就显而易见了：“尽管要制造杀虫剂的人信誓旦旦地说他们的喷雾‘对鸟类无害’，知更鸟确实是死于杀虫剂中毒；它们表现出了众所周知的那些症状：失去平衡，继而出现战栗、抽搐乃至死亡。”

一些事实表明知更鸟之所以被毒害，大多数不是由于直接接触杀虫剂，而是由于吃了蚯蚓而间接死亡。在一个研究项目中，大学里的蚯蚓被不经意间作为小龙虾的饲料，所有的小龙虾暴毙身亡。给实验室笼子里的一条蛇喂了这种蚯蚓后，它也出现了剧烈战栗的症状。

乌尔班纳市伊利诺伊州自然历史研究所的罗伊·巴克博士不久后就拼上了这个七巧板最关键的一块。巴克博士的研究成果于1958年出版，他追溯了这一系列错综复杂的事件，证明知更鸟的命运通过蚯蚓与榆树连接在一起。树木在春天喷药（通常以每50英寸喷洒2～5磅DDT为标准，在榆树密集的地区，这一数字相当于每公顷23磅），通常7月再喷洒一次，浓度约为第一次的1/2。强力的喷雾器对准这些极高大的树木，在其周身喷出一条毒流，不仅直接杀

死了目标——树皮甲虫，也杀死了其他昆虫，包括授粉的昆虫、肉食性蜘蛛以及其他甲虫。毒药在树叶和树皮外面牢牢地裹上了一层薄膜。雨水无法将它冲掉。秋天，树叶落在地上，堆积成潮湿的一层，并逐渐慢慢与土壤融为一体。这一过程需要依靠蚯蚓的辛苦劳作，蚯蚓以落叶为食，而榆树叶又是它们最爱的食物之一。在吃掉叶子的同时，蚯蚓也吞下了杀虫剂，杀虫剂在其体内聚积浓缩。巴克博士在蚯蚓的消化道、血管、神经以及体壁都内找到了DDT的沉积物。毫无疑问，有一些蚯蚓死掉了，而活下来的那些则成为了这种毒药的“生物放大镜”。春天，北归的知更鸟就成为了这一循环中的另外一环。仅需要11只大蚯蚓，就可以传递足够杀死一只知更鸟的DDT。而11只蚯蚓只是鸟类一天食物的一小部分，它们十来分钟就可以吃掉10到12只蚯蚓。

不是所有的知更鸟服用的毒药都能达到致死的剂量，但即便不会致命，也会造成另外一个后果，它和致命毒药一样会引起知更鸟种群的灭亡。不育的阴影悬浮在鸟类头顶，其潜在的威胁甚至已经涉及所有生物。现在在密歇根州立大学185公顷的校园里，每年春天只能看到二三十只知更鸟的身影，而在喷药之前，保守估计每年也有约370只成鸟。1954年，梅纳进行观测的每一只知更鸟的鸟窝里都有幼鸟的诞生。1957年的6月底，梅纳只能找到一只年幼的知更鸟，而没有喷药的那几年里，这个时节通常会有至少370只幼鸟（成鸟数量的正常继承者）在校园里觅食。一年后，华莱士博士在报告中称：“春夏两季（1958年），我从未在校园里的任何地方看到一只知更鸟雏鸟，现在我也没发现有什么其他人看到过。”

当然，无法繁衍雏鸟肯定有部分原因是因为在筑巢工程完成

之前，那对知更鸟中至少就有一只死亡。但华莱士的一些记录指向了更可怕的事情——鸟儿的繁殖能力实际上已遭到破坏，这一点值得人们关注。比如说，他记录到“知更鸟和其他鸟筑好巢却没有下蛋，还有其他下了蛋也进行了孵化却没孵出来。我们曾记录到一只知更鸟在它的蛋上勤勤恳恳地坐了21天，却没有幼鸟破壳。而正常的孵化周期是13天……我们的分析表明，鸟类的睾丸和卵巢中含有高浓度的DDT”，他在1960年这样告诉国会委员会：“十只公鸟的睾丸里DDT的量为百万分之三十到一百零九，而两只雌鸟卵巢卵泡中的含量分别为百万分之一百一十五和二百一十一。”

其他地区得出的研究很快也得出了同样令人沮丧的发现。威斯康星州大学的约瑟夫·西奇和他的学生在对喷药地区和未喷药地区进行了细致的对比研究后，称在喷药地区知更鸟的死亡率至少为86%至88%。密歇根布龙菲尔德山克兰布鲁克科学研究所致力于估算对榆树喷药造成了多大的鸟类损失，他们于1956年要求将所有被认为是DDT受害者的鸟类送往该所进行检测。这一要求得到的反响出人意料。几周内，该研究所的深度冷冻设备就负荷全满，不得不拒绝接受其他样本。虽然知更鸟是主要的受害者（一位女博士打电话给研究所称当时她的草坪上躺着12只死去的知更鸟），该研究所检测的样本中还包含其他63种物种。

在对榆树喷药引起的破坏链中，知更鸟只是其中一环，而榆树项目也只是将我们的土地满盖毒素的众多喷药项目之一。约90种鸟类出现了高死亡率，其中包括郊区居民和自然爱好者最为熟悉的那几种。喷洒过药物的镇上，筑巢鸟儿的数量总体上下降了90%之多。如同我们将会看到的那样，各种不同种类的鸟都受到了影

响——无论是在地面上还是树顶上觅食的，无论是吃树皮的还是肉食性的。

完全有理由推想所有以蚯蚓或其他土壤内有机体为食的鸟类和哺乳动物都和知更鸟一样受到威胁。有45种鸟都吃蚯蚓。秋鹬就是其中一种，这种鸟在南部地区过冬，而最近这些地方大量喷洒了七氯。现在在秋鹬身上有两点重要发现。布伦瑞克省内的幼鸟繁殖量明显减少了，而检测过的成鸟中含有大量DDT和七氯残留。

其他20多种在地面上觅食的鸟中也已经出现了令人担忧的高死亡率，它们的食物——蠕虫、蚂蚁、蛆以及其他土壤有机体——已经中毒了。其中包括三种画眉——在所有鸟类中，它们的歌声最为婉转：北美鸫、黄鹤森鸫、隐叶鸫。而那些在树林下层里轻快掠过茂密植被的麻雀——它们在落叶中觅食时会沙沙作响，这种响声是麻雀和白候鸟之歌——麻雀和白候鸟也是榆树喷药项目的受害者。

哺乳动物也很容易直接或间接地被牵涉到这一循环中。蚯蚓是浣熊的几种主要食物之一，是它们在春天和秋天的食物。像地鼠和鼹鼠一样在地下打洞的动物也会大量捕食蚯蚓，然后可能会将毒素传递给鸣枭和仓房枭一样的肉食者。春天大雨过后，威斯康星州发现了几只奄奄一息的鸣枭，或许就是因为吃了蚯蚓。发现了处于惊厥状态的鹰和猫头鹰，还有长角枭、鸣枭、赤肩鹰、食雀鹰和白尾鹞。它们应该是因为吃了肝脏和其他器官中聚积了杀虫剂的鸟类或田鼠而二次中毒。

而在地上觅食的动物或是以前者为食的动物也非唯一因为榆树叶面喷洒项目而濒危的生物。所有在树梢觅食的动物，所有从树叶采集昆虫为食的鸟类，在大量喷药的地区都消失了，它们中有森林

精灵金冠鹪鹩（红冠和金冠都包括在内），小型食虫鸣禽，还有许多鸣鸟，这些鸟在春天南迁时成群结队地在树林中穿过，似五彩缤纷的生命浪潮。1956年暮春时节的一次喷药延迟了，恰巧与南迁的鸣鸟大军抵达的时间一致。之后，该地区几乎所有种类的鸣鸟都大量死亡。在威斯康星州的白鱼湾，往年的迁徙中至少能看到1000只山桃啭鸟；而在1958年对榆树喷了药之后，观察者们只能找到两只。由于其他地区也开启了喷药项目，死亡名单不断增加，而被喷雾杀死的啭鸟中有一些极富魅力，令人为之着迷：如黑白鸟、金翅雀、木兰鸟和五月蓬鸟；还有歌声悸动了五月森林的灶巢鸟；翅膀好似点缀着燃燃火焰的黑斑莺森，加拿大鸟和黑喉绿林莺。在树顶觅食的鸟会因为吃了中毒的昆虫而直接死亡或者由于缺少食物而间接死亡。

食物的缺乏也严重打击了在天空中游弋的燕子，它们如同鲱鱼滤食海洋中的浮游生物一般滤食空中的昆虫。威斯康星州的一位自然主义者报告称："燕子遭到了严重打击。人人都在抱怨，和四五年前比，它们现在实在是太少了。只是在四年前，我们头顶的天空还满是燕子在飞翔。现在我们却很少能看到……可能既是因为喷药造成了食物短缺，也可能因为食用了中毒的昆虫。"

这个观察者这样描述其他的鸟类："鹟也受到了极其沉痛的打击。鹟在任何地方都不罕见，但就是这种常见的耐寒的鹟也不见了。今年春天我见了一只，去年一春天也只见到一只。威斯康星的其他养鸟者也有这样的抱怨。过去我有五六对红雀，现在一只也没有了。鹪鹩、知更鸟、猫鹊和鸣枭每年都在我家的花园里筑巢，现在一个也没有了。夏日的清晨听不见鸟儿的歌声了。只剩下鸽子、

八哥和家雀等宠物鸟。这太惨了，让人无法忍受。”

秋天会对榆树进行潜伏性的喷药，将毒药送入树皮的每一个小缝隙里，这或许是山雀、五子雀、黄雀、啄木鸟和褐旋木雀数量严重减少的原因。1957年到1958年冬天，华莱士博士在自己家里的饲喂站里没有看到一只山雀和五子雀，许多年来第一次有此情况。他之后发现的三只五子雀就像上演了一个小故事，一步接着一步，结局令人痛心：一只鸟正在榆树上进食，另外一只奄奄一息，具有典型的DDT中毒症状，第三只已经死了。之后发现濒死的那只五子雀身体组织内含有百万分之二百二十六的DDT。

这些鸟的饮食习性不仅使它们极易受到杀虫剂喷雾的危害，还使得它们的死亡在经济上及其他不易觉察的领域令人扼腕。比如说，白胸五子雀和北美旋木雀夏季的食物包括许多树木害虫的卵、幼虫及成虫。山雀的食物中有四分之三是动物，包括许多昆虫生命循环中的各个阶段。本特在描写北美鸟类的不朽巨著《生命历史》一书中描写了山雀的进食方式：“随着鸟群的移动，每一只鸟都在仔仔细细地检查树皮、细枝和树干，寻觅那些微小的食物（蜘蛛卵、蚕茧还有其他冬眠的昆虫）。”

许多科学研究都表明，鸟类在许多情况下对于昆虫防治都有着重要作用。啄木鸟是恩格尔曼氏云杉甲虫的主要控制者，使这种甲虫的数量下降了45%到98%，同时也是苹果园里苹果卷叶蛾的主要控制者。黑顶山雀和其他冬天留下的鸟儿可以保护果园不受尺蠖的侵害。

但自然里发生的事情却不为这个被化学药物浸透的现代世界所允许，喷药不仅消灭了昆虫，也消灭了它们主要的敌人——鸟类。

当昆虫数量重新恢复时——这似乎总是会发生——鸟类却不在了，无法控制昆虫的数量。密尔沃基公共博物馆的馆长欧文·J.葛罗梅写信给密尔沃基日报称："昆虫的最大敌人是其他肉食性昆虫、鸟类和一些小型哺乳动物，但是DDT却不加选择地杀死了它们，也杀死了自然自己的护卫与警察……我们是不是以进步之名变成了自己控制昆虫的残忍手段的受害者，只建立了短暂的舒适，却在后来对昆虫的控制之战中失败了？我们该如何控制那些新型害虫呢，没有榆树了它们会攻击剩下来的其他树种，但是自然界的卫士（鸟类）却已经被毒药杀死了。"

葛罗梅先生称，自从威斯康星州开始药物喷洒以来，和死去的及濒死的鸟儿有关的电话及信件就稳固增多。人们的质疑表明，在鸟类垂死的地区都进行过药物喷洒或雾化。

密歇根克兰布鲁克研究所、伊利诺斯自然历史调查所以及威斯康星大学等美国中西部的研究中心里的大部分鸟类学者和自然资源保护论者也有与葛乐梅先生类似的经历。扫一眼报纸读者来信一栏就能清楚看到，几乎在所有喷了药的地方，当地居民不仅正在觉醒，对此愤愤不平，同时也比下令进行喷药的官员更明白喷药的危险性和不可持续性。"我很害怕这一天很快就会到来：许多美丽的鸟儿在我们的后院奄奄一息，"一位密尔沃基的女士这样写道，"这样的经历非常可怜，令人心碎……不仅如此，还让人沮丧让人气愤，因为它显然没有完成预定的目标……长远来看，不保护鸟类你又怎么能保护树木呢？难道在自然的经济法则中，它们不是互帮互持的吗？难道不破坏大自然就无法维持大自然的平衡吗？"

其他信中也表达了这种观点：榆树虽然是庄严又遮阴的树木，

但它们并非“印度神牛”，并不能因此发动无止境的会毁灭其他所有生命形式的战争。“我一直都喜爱我们的榆树，它们似乎是我们这里风景的标签，”另外一位威斯康星的女士写道，“但是有这么多种树……我们也要保护我们的鸟儿。有人能想象没有知更鸟的春天会多么阴郁枯燥吗？”

对于公众来说，这个选择很容易就变成一个非黑即白的简单题目：我们应该拯救鸟类还是应该保护榆树？但事情并非这么简单，在化学控制领域充斥着各种讽刺，其中之一就是如果我们继续使用这种频繁使用的方法，很可能最后两者都无法拯救。幻想在喷雾器喷嘴的末端就是对于榆树的拯救，这只是危险的鬼火，只会让一个又一个社区陷入困境，人们支付高昂的代价，却无法收获长效的成果。康涅狄格州的格林威治有10年定期喷药的历史。但一年干旱，环境变得尤其有利于甲虫的生长，榆树的死亡率上升了10倍。在伊利诺斯的乌尔班纳（伊利诺斯大学即位于此地），荷兰榆树病于1951年首次出现。当地于1953年开始喷药。1959年，尽管已经喷了6年药，但是大学校园仍然失去了86%的榆树，其中一半都死于荷兰榆树病。

在俄亥俄州的托莱多，类似的经历促使林业部的管理人约瑟夫·A·斯威尼对于喷药的结果进行了有现实意义的研究。该地区于1953年开始喷药，并一直持续到1959年。同时，斯威尼先生却注意到全市范围内棉枫麟蘚的感染却在接受“书籍与权威专家”的建议进行喷药之后加剧了。他决定亲自去检查荷兰榆树病喷药的结果。他的发现使他大为震惊。他发现在托莱多，“唯一受到些许控制的地区是那些我们果断移除了病树的地区。而我们依赖喷药的地区该

疾病却未被控制。在什么措施都没有采取的乡下，疾病的扩散程度反而没有城里快。这意味着喷药没有消灭任何自然敌人。我们正在弃用对于荷兰榆树病的喷药行为。这让我和那些支持美国农业部给出喷药的建议的人发生了冲突，但是我有事实依据并且会坚定这一事实。”

很难理解为什么中西部的城镇——榆树病只是最近才扩散至此——为何会如此坚定不移地开启野心勃勃又造价昂贵的喷药项目，它们显然没有向对此问题早有认识的地区做些调查。比如说，显然纽约州有着与荷兰榆树病持续斗争的最长历史，因为该疾病被认为于1930年前后从纽约港传入美国。而且纽约州今天在控制该疾病方面有着非常傲人的成绩。然而它并非依赖于喷药。事实上，它的农业推广服务并不推荐将喷药作为社区控制疾病的方法。

那么纽约是如何取得其骄人成绩的呢？从早期开展针对榆树病的战争至今，该州都依靠严格的卫生管控，即立即移除或摧毁所有患病或被感染的树木。最开始的一些结果不尽如人意，但这是因为最初人们不知道不仅要毁掉患病的树木还要毁掉所有可能育有甲虫的榆树。受到感染的榆木，如果被砍掉并作为柴火储存起来，则会释放一堆携带真菌的甲虫，除非在春天到来之前就能被烧掉。成年甲虫会在4月末5月初从冬眠中醒来觅食，因而还是会传播荷兰榆树病。纽约昆虫学者由经验中了解到哪些含有甲虫卵的木材对于该疾病的传播具有真正重要的意义。通过将精力集中在这些危险的木材上，不仅可以取得优异的成绩，还可以将该环卫项目的费用保持在合理的范围之内。截止到1950年，纽约市荷兰榆树病的发病率降低至该市5.5万棵榆树的1%。1942年，威敏斯特县开展了一项环卫项

目。在接下来的14年里，平均每年榆树的死亡率仅为1%。布法罗有18万5000棵榆树，该城市通过使用环卫项目，也在控制该疾病方面取得了卓越成绩，最近每年的死亡树木加起来仅为总数的1%。换言之，按照这一死亡率计算，需要花300年才能将该城市的榆树全部毁灭。

锡腊库扎的经历尤为引人注目。在1957年之前，该地区没有实施任何有效的项目。1951年至1956年间，锡腊库扎失去了近3000棵榆树。在纽约州立大学林业学院霍华德·C·米勒的指导下，该市在大范围内进行了一场将所有患病榆树及所有可能孕育甲虫的一切榆树源头都除去的运动。现在每年的死亡率远低于1%。在控制荷兰榆树病的领域，纽约的专家强调了环卫方式的经济性。“大多数情况下，和能够省下来的钱比，实际花费是非常少的，”纽约州农业学院的J·G·马蒂斯说，“如果是已经枯死或断掉的树枝，为了防止造成财产损失或人员伤亡，早晚都要把它除掉。如果是可作为燃料的木材，则可以在开春之前使用，只要将树皮拔下来或者储存在干燥的地方就行。如果榆树处于将死状态或已经病死，为防止荷兰榆树病的扩散而立即将其移除并不比之后不得不移走时花的钱要多，因为城市地区大部分死去的树木最终都要被移走。”

因此，只要获取足够多的信息，采取明智的方法，对于荷兰榆树病的治理并非毫无希望可言。虽然就目前而言，尚没有什么方法可以将其彻底铲除，但一旦这种疾病在某一地区出现，可以通过环卫方式将其管控在合理的范围内，而不需要使用那些不仅没用还会引发鸟类毁灭悲剧的方法。其他的可能性在于森林遗传学领域，一些实验有希望研发出一种对荷兰榆树病免疫的杂交品种。欧洲榆树

对该疾病高度免疫，华盛顿就种了许多这种品种。即使在该城市大量榆树都被荷兰榆树病所感染的日子里，也没有发现一棵欧洲榆树患上此病。

许多失去了大量榆树的地区都迫切需要立即开展苗圃或榆林计划重新栽植树木。虽然这些项目很可能会将抗病性强的欧洲榆树包含在内，但非常重要的一点是，它们应当做到物种多样化，这样未来发生任何疫病，都不会将一个地区的树木毁灭殆尽。

保持植物或生物群体健康的关键在于一位英国生态学家查尔斯·埃尔顿所说的“对于多样性的保护”。现在发生的事情很大程度上就是因为过去几代人在生物方面的无知。即使在一代人之前，也没有人知道将大片地区种植单一品种的树木会招徕灾祸。因此所有的镇子都在道路两旁和公园里种满了榆树，现在榆树死了，鸟类也难逃厄运。

像知更鸟一样，美国还有一种鸟似乎也处于生死边缘。是我们的国家象征——鹰。在过去十年里，鹰数量的减少令人震惊。事实表明，在鹰的环境中，有些东西在起作用，破坏了它的繁殖能力。虽然尚未查明，但有证据表明杀虫剂罪责难逃。

北美研究最广的鹰就是沿着佛罗里达的西海岸，从坦帕到迈尔斯堡一段筑巢的那些了。一位来自温尼伯的退休银行家查尔斯·布罗雷由于在1939年至1949年间给1000只年幼的秃鹰做上标记而在鸟类学界享有盛名。（在此之前的鸟类标记史上，只有166只鹰被标记过）。布罗雷先生在冬天雏鹰离巢前对其进行标记。之后重新发现了这些被标记的鹰表明这些出生在佛罗里达的鹰沿着海岸线北飞至

加拿大，最远可至爱德华王子岛，而此前它们被认为是非迁徙性鸟类。秋天，它们重返南部，在宾夕法尼亚州的鹰山这一注明的有利位置可以观测到其迁徙。

在他早期的标记工作中，布罗雷先生在他选择的海岸线上每年都可以找到125个活跃的巢穴。每年标记的雏鹰数量约为150只。1947年，雏鹰的出生开始减少。一些窝里没有蛋了；还有一些窝有蛋却孵不出来。1952年至1957年间，有80%的窝都没能孵化出小鹰。这段时间里的最后一年，只有43个窝里有鹰。其中7个孕育了新生命（8只小鹰）；23个窝里有蛋却孵化失败；13个窝里只被成年鹰作为饲喂站，里面没有蛋。1958年，布罗雷先生跋涉了100英里的海岸线后，才找到了一只小鹰并对其进行标记。1957年里有43个窝里都可以看到成年鹰，但那年极为罕见，只有10个窝里有它们的身影。

虽然布罗雷先生于1959年辞世，因而结束了这一系列宝贵的不间断观察，但佛罗里达奥杜邦协会的报告及新泽西和宾夕法尼亚的报告都证实了这一趋势，我们或许得找一个新的国徽了。鹰山保护区馆长莫里斯·布朗的报告尤为引人注目。鹰山是宾夕法尼亚西南部的一处山脊区，风景如画，在这里，阿巴拉契亚山最东部的山脊区形成了阻挡西风吹向海岸平原的最后一道屏障。碰到山体的风会向斜上方吹去，因此，秋天的许多日子里，这里都会有连绵不绝的向上气流，这样阔翅鹰和老鹰就可以毫不费力地扶摇直上，一天就可向南飞越好多路程。山脉于鹰山交会，空中的高速公路也是如此。因此来自天南海北的鸟儿都需要在此通过这一交通要塞才能向北飞行。

莫里斯·布朗在这个保护区里做了二十几年的监护人，他比美国其他任何人观察到的并实际记录下来的鹰和秃鹫都要多。秃鹰的迁徙在8月底9月初达到顶峰。这些应该是佛罗里达的鸟，在北都待了一个夏天之后返回故土。（之后在秋天和初冬时节，会有比较大的一些鹰飞过。这些应该是属于北方的一个种族，正飞向一个未知的地方过冬。）保护区最初建立的那几年，即1935年至1939年间，观察到的鹰中有40%是一岁大小，很容易从它们统一的暗色翅膀判断出。但近年来，这些稚嫩的鸟则变得极为罕见。1955年至1959年间，它们只占总数的20%，有一年（1957年）每32只成年鹰中才有1只雏鹰。

在鹰山的观察和其他地方的发现是一致的。其中一份这样的报告来自伊利诺斯自然资源委员会的一位官员埃尔顿·福克斯。鹰——很可能会在北方筑巢——沿着密西西比河和伊利诺斯河过冬。1958年，福克斯先生的报告称最近看到的59只鹰中只有一只幼鸟。世界上唯一一个鹰类单独的自然保护区——沙士克哈那河区域的约翰逊岛山也得出了类似结论，称这一种族在逐渐灭亡。这个岛虽然仅位于康涅狄格大坝上游8英里处，离兰卡斯特郡的海岸半英里，却保留了其原始的荒野状态。自1934年起，兰卡斯特的一位鸟类学家兼该保护区的馆长就开始对该地唯一的一处鹰巢进行观测。1935年至1947年期间，伏窝的情况很有规律，并且都很成功。1947年起，虽然有成年鹰伏窝也有产蛋的迹象，却没有孵出任何小鹰。

在约翰逊岛山上和佛罗里达，同样的情况也很常见——一些成年鹰占据了巢穴，其中一些还下了蛋，却很少甚至没有孵出小鸟。要寻找原因的话，似乎只有一个原因能解释所有现象：环境中的某

种物质损害了这些鸟的生殖功能，现在每年几乎不会有新出生的小鹰来延续香火。

许多实验者都在其他鸟类身上人为地制造了一模一样的情形，尤其是美国鱼类和野生动物保护局的詹姆斯·德威特博士。德威特博士的一个经典实验是研究一系列杀虫剂对于鹌鹑和野鸡的影响。实验表明在暴露于DDT或其他相关化学物质中后，即使对于鸟类不会造成明显的伤害，也会严重影响其繁殖能力。这一影响有不同的外在表现形式，但结局却总是相同的。比如，在其饮食中加入DDT的鹌鹑虽然能安全度过整个繁殖期，甚至能产下正常数量的受精蛋，但几乎没有蛋能孵化出，“在孕育的前期阶段，许多胚胎似乎能正常生长，却在孵化阶段死掉了”， 德威特博士说。而那些产下的雏鸟，超过一半不到5天就死了。在另外一个以野鸡和鹌鹑为对象进行的测试中，成鸟吃了一整年被杀虫剂污染的食物后，它们就无法产下蛋。加利福尼亚大学的罗伯特·拉德博士和理查德·吉尼里博士也得到了类似的发现。如果野鸡的食物中含有狄氏剂，“产蛋量会大幅下降，小鸡的成活率极低”。根据这二位的说法，由于在蛋黄中储存了狄氏剂，在孕育和孵化过程中被逐渐吸收，虽然效果延迟，却仍对小鸡造成了致命的影响。

华莱士博士和他的研究生理查德·F·伯纳德最近的研究与该结论高度吻合， 他们在密歇根大学的校园里发现知更鸟的体内含有高浓度DDT。他们发现在所有受到检测的雄性知更鸟的睾丸中，在发育的卵泡中，在雌鸟的卵巢中，在已经成型但尚未产下的蛋中，在刚孵化出就死去的小鸟体内都有毒素。

这些重要的研究确立了这一事实：即使摆脱了与杀虫剂最初的

接触，杀虫剂的毒性也能影响一整代生物。毒素贮存在蛋里，贮存在为胚胎发育提供养分的卵黄物质中，相当于一张死刑令牌，这也解释了为什么德威特的鸟中有许多尚未成熟就死去了，还有许多刚孵化出不久就夭折了。

当把这些实验室内进行的研究应用在鹰身上时遇到了几乎无法克服的困难。但在佛罗里达、新泽西以及其他一些地方正在开展野外调查，希望能获取明确的证据判断是什么原因导致了大部分鹰的不育之症。同时，目前有一些见解证明只想到了杀虫剂。在有大量鱼类的地方，鱼是鹰的主要食物来源（在阿拉斯加，鱼约占其食物构成的65%；在切萨皮克湾地区，这一数据为52%）。几乎毫无疑问，布罗雷先生长期研究的鹰主要以鱼为食。自1945年来，这一海岸地区一直重复喷洒溶于油料中的DDT。这一高空喷洒项目的主要目标是盐沼地里的蚊子，它们主要聚居在盐沼地和海岸地区，而这也是鹰的主要觅食区域。鱼和螃蟹因此大量死亡。对其组织的实验室分析表明里面含有高浓度的DDT——高达百万分之四十六，像科利尔湖中的水鸟因为捕食湖里的鱼类而在体内聚积了高浓度的杀虫剂一样，几乎可以肯定，鹰也会在其体内的各个组织中累积DDT。然后就像水鸟、鹌鹑、野鸡和知更鸟一样，鹰也逐渐失去了繁衍后代的能力，无法使其种族得以延续。

世界各地传来回声，告诉我们鸟类在这一现代世界所面临的危险。各地的报告在细节上不尽相同，却总是在重复同一主题——野生动物因杀虫剂而遭受死亡。类似的故事屡见不鲜：法国有几百只小鸟和鹧鸪因为葡萄树树桩用了含砷杀虫剂而奄奄一息；比利时曾

因鹧鸪数量众多而闻名的鹧鸪拍摄地，在附近的农场喷了药后就没有鹧鸪光顾了。

英国的主要问题比较特别，在播种前将种子用杀虫剂进行处理的做法越来越常见。种子处理并非新生事物，但在早些年，主要使用的化学物质是杀菌剂。似乎没有看到对鸟类造成了影响。在1956年前后，这一做法变成了具有双重目的的处理；除了杀菌剂，还加入了狄氏剂、艾氏剂和七氯来对抗昆虫。从此之后，情况就变糟了。

1960年春天，关于鸟类死亡的报告如洪水涌向英国野生动物官方组织，其中包括英国鸟类学会、英国皇家鸟类保护协会以及猎鸟协会。“这个地方就像战场”，诺福克一位拥有私人土地的人写道，“我的管理员找到了不计其数的尸体，包括大量小鸟——苍头燕雀、金翅、朱顶雀、篱雀还有麻雀……对于野生动物的破坏让人痛心。”一位猎场看守人写道：“我的鹧鸪被喷了药的玉米给消灭了，还有一些野鸡和其他的鸟，数以百计的鸟也都死了……我当了一辈子看守员，这种事让我痛苦不堪。看见鹧鸪成双成对地死去真是太惨了。”

英国鸟类学会和皇家鸟类保护协会发布了一份联合报告，对67起鸟儿遇害的案例进行了描述，而1960年春天对于鸟类的破坏远非如此。在这67例中，59例是由拌种行为造成的，8例死于有毒喷雾剂。

第二年掀起了一轮中毒的新浪潮。仅诺福克的一个庄园就向上议院报告了600只鸟儿死亡，北埃塞克斯的一个农场上死了100只野鸡。不久就发现，与1960年比，更多的郡县牵扯进来（34：23）。

以农业为主的林肯郡似乎受灾最严重，报告了10000只鸟的死亡。但破坏席卷了英国的全部农耕地区：从北部的安格斯到南部的康沃尔，从西部的安格尔西到东部的诺福克。

1961年春天，人们的担忧达到顶峰，参议院成立了一个特别委员会对此事进行调查，从农民、地主、农业部的代表和各种涉及野生动物的各类政府及非政府机构处收集了证词。

“鸽子突然从天上掉下来死掉了”，一个证人如是说道。“在伦敦郊区开上一二百英里都看不到一只茶隼”，另外一个人说道。而自然保护协会的官员作证说：“无论是这一百年来，还是我所知道的任何其他时间，都不曾发生过此类事件，在这个国家，这是野生动物所遇到的最大危机和赌博。”

相较于对受害者进行化学分析的任务来说，设备严重不足，全国只有两名化学师可以进行此项检测（一位是政府雇用的化学师，一位则是皇家鸟类保护协会的员工）。目击者描述了焚化鸟类尸体时燃起的熊熊大火。但人们还是努力收集了一些尸体用作检测，而在所有被检测的鸟中，所有的鸟都含有杀虫剂残留，只有一个除外。这个唯一的例外是鹬，这种鸟不吃植物的种子。

和鸟儿一样，狐狸也受到了影响，或许是因为吃了有毒的老鼠和鸟而间接受到了影响。英格兰的兔子成灾，非常需要狐狸来捕食兔子。但在1959年11月至1960年4月期间，至少有1300只狐狸死亡。狐狸死亡最严重的郡县也是食雀鹰、茶隼以及其他猛禽消失的地方，这说明毒素沿着食物链进行传播，从吃种子的动物传到了有皮毛有羽毛的肉食性动物身上。狐狸在奄奄一息之际的症状与被氯化烃杀虫剂毒杀的动物症状相同。可以看到它们神志恍惚地兜着

圈子，晕晕乎乎，两眼半瞎，直到抽搐着死去。听证会让该委员会确信野生动物面临的威胁“令人十分担忧”；据此它向下议院建议“农业部和苏格兰事务大臣应当保证立即禁止使用含狄氏剂、艾氏剂、七氯的化合物或其他毒性相当的化学物质作为拌种剂的行为”。该委员会还建议应当采取更严格的措施，以确保化学试剂在上市之前已经在田地里及实验室里进行了充分的测试。值得强调的是，这一点在各地的杀虫剂研究中一直处于空白地带。制造商的测试是在常用的实验室动物身上进行的，如老鼠、狗、豚鼠等，并不包含任何野生物种，没有鸟类、鱼类的参与，而且这些测试是在人为控制条件下进行的。因此将这些实验结果应用到野生动物的身上绝非万无一失。

英格兰绝非唯一因为种子处理问题而需要进行鸟类保护的国家。在我们这儿，这一问题让加利福尼亚和美国南部的水稻种植区极为头疼。许多年来，加利福尼亚种植水稻的农民都用DDT对种子进行处理，以防止蛍虫和牙甲破坏水稻幼苗。因为水稻田里水鸟和野鸡成群出没，加利福尼亚的猎人曾享有辉煌的战果。但在过去十年里，种植水稻的郡县不断传来鸟类死亡的报告，尤其是野鸡、鸭子和燕八哥。“野鸡病“成为一种常见现象：鸟儿们“找水喝，突然瘫痪，而后被发现在沟渠边和稻田梗上颤抖”，一位观察者这样说道。这种“病”发生在春天，那正是水稻播种的季节。使用的DDT的浓度可以将一只成年野鸡杀死许多遍。

几年之后，出现了毒性更强的杀虫剂，经过处理后的种子因此具有更强的杀伤力。艾氏剂对于野鸡的毒性是DDT的100倍之多，现在被广泛用于拌种。在得克萨斯东部的水稻田里，这种行为极大地

减少了树鸭的数量，这种鸭子非常有名，一身黄褐色的羽毛，长得像鹅，生长于墨西哥岸区。事实上，我们有理由相信水稻种植者找到了一种减少燕八哥数量的方法：他们将杀虫剂用作双重用途，对于水稻田里的几种鸟类也造成了毁灭性的后果。

任何生物只要激怒了我们或让我们感到不适就选择将其彻底“清除”——这种惯于杀戮的行为越来越常见，随之而来的是，鸟类发现自己是毒药的直接目标而非连带目标。空中喷洒诸如博拉西昂这种致命毒药的行为越来越常见了，目的是为了“控制”鸟儿聚集的现象，因为这会让农人感到不快。鱼类和野生动物服务局认为需要对这一趋势严肃地表达其担忧，他们指出：“使用恒博拉西昂的地区对人类、家畜以及野生动物都具有潜在危害。”比如说，在南印第安纳，1959年夏天，一群农民共同置办了一架喷雾飞机，对河边的一块低地喷洒博拉西昂。这个地方是上千只燕八哥钟爱的栖息地，而它们则以附近田地里的谷物为食。这一问题很容易就能解决，只要稍微改变农业耕作的模式，种植各种各样长芒类的谷物，使得鸟类无法接近就可以了——但农民们相信了毒药的杀伤效力，于是派出了飞机来执行这一死亡任务。

结果或许让这些农民心满意足，因为死亡名单中包含了65000只红翅黑鹂和八哥。其他未被查明也未记录在册的野生动物死亡数量就不得而知了。博拉西昂并非只针对燕八哥：它是通用型杀手。在河边这块低地里闲逛的兔子、浣熊还有负鼠或许从没去过农民的麦田，却也被这些从不知道也不关心它们存在的法官兼陪审团给判了死刑。

那么人类又怎么样呢？加利福尼亚喷了这种博拉西昂的果园

里，喷了药一个月之后处理那些叶子的工人突然昏倒，陷入休克状态，因为专业的医疗救治才侥幸不死。印第安纳的男孩子们是不是还会在树林和田野里疯跑，甚至会去探寻河道的边缘呢？如何是的话，谁又能保证他们不会为了探寻未被破坏的自然而误入那些有毒的地方呢？谁又将保持警戒，告诉那些无辜漫步的人他要走进的这片田地会让人死亡——那里所有的植被都裹上了一层致命的薄膜？尽管有让人如此害怕的风险，这些农民却没有受到任何阻碍，向燕八哥发起了这场毫无必要的战争。

每当这种情况发生时，人们都对思考这一问题做出了回避：是谁做出了这种决定，让毒药之链起了作用，就像将一块卵石扔进平静的池塘里，激起不断扩大的死亡波纹？是谁在天平的一个盘子里放入了可能会被甲虫吃掉的树叶，在另一个盘子里令人心痛地放入了大量各种颜色的羽毛——它们是鸟儿在被杀虫剂的大棒不加选择地杀害之前身上掉落下的遗物，已了无生机？谁不经过询问就替无数人决定了——谁有这种权利——最有价值的世界是没有昆虫的世界，哪怕这个世界是一个不毛之地，哪怕这个世界里没有鸟儿拍打翅膀飞翔的美景？这种决定是当权者的决定，他们不过是被暂时赋予了权力，他在百万公众尚未注意到时就做出了这种决定，而对于后者而言，自然界的美丽与秩序仍然有着深远而重要的意义。




在大西洋沿岸绿色海水的深处，有许多小路伸向海岸。这些是鱼类巡游的小路；虽然看不见摸不着，但它们由沿海河流水体的流动形成。几千年来，鲑鱼都熟知这些小路并随着这些淡水线路回到河里，分别回到其度过了自己最初或几年生命的地方。1953年夏天，鲑鱼从它们在大西洋远海地区的觅食地来到了新布伦瑞克省海岸上一条叫作米拉米奇的河中，并由此溯游而上至其出生的河流中。米拉米奇河的上游有几条绿荫掩映的小溪组成了河道网络，鲑鱼在秋天把卵储存在布满沙砾的河床上，河床上有冷冽的溪水轻快流过。这种水域位于大型的针叶林区，森林里有云杉、冷杉、铁杉与松树，成为了鲑鱼生存所必需的产卵地。

这种情况以一种古老的方式不断重复，使得米拉米奇成为北美最适宜鲑鱼生长的溪流之一。但在那一年，这种模式被打破了。

在秋冬时节，个大皮厚的鲑鱼卵就待在布满沙砾的浅槽中，这些溪槽是鲑鱼妈妈在小溪底部挖出来的。在严寒的冬日，它们发

育得十分缓慢，这就是它们的生长方式，只有在春天森林里的溪水融化欢腾之际，才会孵出小鱼。它们一开始藏在河床的鹅卵石之间——小鱼只有半寸长。它们不需要食物，栖息在大个的卵黄囊中。直到卵黄囊被彻底吸收了，它们才开始在溪水中捕食小虫。

1954年米拉米奇的河流中，既有那年春天新孵化的鱼仔，也有之前孵化的一两岁的小鱼，小鱼们衣着鲜艳，带着条纹和闪亮的红点点。这些小鱼食量很大，在河流中找寻各种奇怪的小虫然后狼吞虎咽。

但随着夏天的到来，一切都变了。那一年，米拉米奇河西北部的水域被涵盖在一个大型喷药项目中，加拿大政府于前一年开启了这一项目，旨在保护森林不受云山卷叶蛾的侵袭。这种蚜虫是一种本地昆虫，会攻击几种常绿树木。在加拿大东部，似乎每过35年这种虫就会出现一次数量激增的情况。20世纪50年代初期就出现了一次数量高峰。为了应对这一情形，DDT的喷洒开始了，最初的规模很小，后来在1953年突然加快了速度。为了拯救铁杉这一纸浆造纸工业的主力，人们对数百万公顷的森林喷了药，而不是之前的几千公顷。

于是在1960年6月，飞机造访了米拉米奇西北部的森林，药水的白色烟雾勾画出十字形的飞行路线。向每公顷的土地上喷洒0.5磅的DDT，这种溶解在油中的喷雾经过铁杉森林的过滤后，有一些最终抵达地面和流淌的小溪中。飞行员仅仅把注意力关注在自己的任务上，没有采取任何防护措施，既没有避开溪流区域，也没有在飞过溪流时关闭喷嘴；不过哪怕空气最微小的波动也能让喷雾飘浮很远，或许就算他们这样做了，结果也不会有何不同。

喷药结束后，明显的迹象表明一切都不太对劲。两天之内就在小溪的岸边找到了死去的和奄奄一息的鱼，包括许多小鲑鱼。溪红点鲑也包含在其中，在路边、在树林里，鸟儿也濒临死亡。溪流中的一切生命都凝固了。在喷药之前，水中有丰富的生物供鲑鱼和鳟鱼食用——石蛾的幼虫，它们居住在用黏液把树叶、茎秆以及沙砾粘连而成的松散又舒适的保护体中；石蝇的蛹，它们在旋涡中依附在岩石上；还有燕八哥像毛毛虫一样的幼虫，生活在浅滩下的石头边上或是在峻峭倾斜的大石头处溪流飞溅的地方。但现在小溪里的这些昆虫都死了，被DDT杀死了，年幼的鲑鱼没有东西可以吃了。

在这样一幅死亡与毁灭的画面中，也很难期望小鲑鱼自身能难逃一死，它们也确实没有逃脱厄运。8月，没有一只幼鲑从春天留下的砾石层里浮出。一年的产卵却是竹篮打水。年纪稍大的幼鲑——一两年前产下的鲑鱼，境况也只好了一点。1953年产下的鲑鱼，如果在飞机到来时它们仍在溪流中觅食，六条里只有一条活了下来。而1952年产下的鲑鱼，已经差不多能去到海里了，损失了大约1/3的量。

之所以能够了解这些事实，是因为加拿大渔业研究委员会从1950年起就针对米拉米奇北部的鲑鱼开展了一项研究。每一年，该研究都会统计生活在这条小溪中的鱼类数量。生物学家的记录里既包含了溯游而上产卵的成年鲑鱼，也包括溪流中各个年龄段的幼鲑数量，还有小溪中栖息的鲑鱼及其他鱼类的常态数量。由于在未喷药前有如此完整的记录，才能够准确地估量喷药带来的危害，很少有其他地方能比得上这种准确性。

调查显示损失不只包括幼鱼的死亡；它揭露了溪流自身发生的重大改变。重复的喷药现在已经完全改变了溪流的环境，鲑鱼和

鳟鱼食用的水生昆虫被杀死了。哪怕在进行单次喷药之后，也需要大量时间才能使这些昆虫恢复到足以供养一个正常鲑鱼群体的数量——时间要以年计而不是月。

比较小的物种，比如蠓虫和黑蝇，恢复的速度很快。它们适合最小的鲑鱼——那种只有几个月大的鱼苗——食用。但大一点的水生昆虫的恢复则没有这么快，2~3岁的鲑鱼却要依赖它们而活。这包括石蛾、石蝇和蜉蝣的幼虫阶段。即使在DDT进入溪流后的第二年，觅食的幼鲑仍除了偶尔能找到小的石蝇外，很难找到其他食物。没有大的石蝇，没有蜉蝣，也没有石蛾。为了给鲑鱼提供这种自然食物，加拿大人试图向米拉米奇贫瘠的河段里移植石蛾的幼虫和其他昆虫。但这种努力显然会被任何重复性的喷药摧毁。

而蚜虫的数量并没有如预期的那样减少，而是难于治理，1955年至1957年，新布伦瑞克和魁北克的各个地区都进行了重复喷药，有些地方喷药喷了三次之多。截至1957年，喷洒了近1500万公顷的土地。虽然喷药当时暂时性地中止了，但蚜虫突然间死灰复燃又使得喷药活动在1960年至1961年间再次盛行。事实上，并没有任何证据证明蚜虫控制中化学药物的喷洒活动不只是权宜之计（目的是为了防止树木连续几年不断脱叶而死），因此只要继续喷药，就能继续感受到其副作用所带来的不幸。为了将对鱼类的危害降至最低，加拿大林业官员根据渔业研究委员会的建议将DDT的浓度从之前的每公顷1/2磅减少到每公顷1/4磅。（而在美国仍然盛行每公顷1磅的高浓度致死性剂量）。现在，对喷药的影响进行了数年观察后，加拿大人发现情况很复杂，不过只要继续喷药，鲑鱼垂钓爱好者肯定就不会乐意。

目前来说，一种十分不同寻常的情况组合拯救了米拉米奇西北部的河流，使它们没有如预期中的那样被毁掉——这一系列事件可能在一个世纪之内都不会发生了。了解那里发生了什么以及为什么如此是非常重要的。

如前文所述，1954年对米拉米奇的这一支流水域喷了大量农药。此后，除了1956年对一个狭窄的地带喷了药，这一分支的整个上流水域都被喷药项目排除在外。1954年夏天，一场热带风暴来袭，这对于米拉米奇的鲑鱼来说可谓是一件幸事。飓风艾德娜，这一猛烈的风暴到达了其北上的终点，给新英格兰和加拿大海岸地区带来了疾风骤雨。因此形成的洪水将淡水送往远处的大海中，同时也带走了非常大量的鲑鱼。因此，小溪中供鲑鱼产卵的砾石层就接收到了非常多的鱼卵。1955年春天出生在米拉米奇北部的幼鲑发现这儿的情况非常利于它们生存。虽然DDT在前一年杀死了溪流中的所有昆虫，但最小的昆虫——蜉蝣和黑蝇已经大量恢复。这些是鲑鱼鱼苗的常规食物。那一年出生的鲑鱼鱼苗不仅有大量的食物，还鲜少有竞争者。这是因为有1954年喷洒的农药将年纪稍大的幼鲑都杀害了这一悲惨事实。因此，1955年生的鱼苗长势迅猛，存活的数量异常多。它们迅速完成了在溪流中的成长阶段，并提前进入了大海。1959年，它们中的许多成年鲑鱼返回出生时的溪流中，产下了大量幼鲑。

如果米拉米奇北部的水流仍然保持着较为良好的状况，那是因为喷药活动只进行了一年。从同一水域中其他溪流的情况中，可以明确看出重复喷药的后果，那里鲑鱼的数量出现了惊人的减少。

在所有喷了农药的小溪中，各种尺寸的鲑鱼都很少见。生物学

家报告称，最年幼的那些“实际上被消灭殆尽”。而在1956年至1957年进行喷药的米拉米奇西南部的主要地区，1959年的捕获量是十年来的最低值。渔民们对于产卵鲑——归来的鱼群中最年幼的群体——的极度匮乏议论纷纷。在米拉米奇河河口处设下的取样陷阱中，1959年捕获的产卵鲑的数量仅为前一年的1/4。1959年，整个米拉米奇水域仅仅繁殖了大约60万条初次由河入海的小鲑鱼。这比前三年数据的1/3还要少。

在这种背景下，新布伦瑞克鲑鱼渔业的未来很大程度上取决于能否找到一种东西取代DDT洒向森林。

加拿大东部的情况并非独一无二，唯一与众不同的就是它们森林喷药的规模之大和搜集的事实之多。缅因州也有云杉和铁杉的森林，以及森林昆虫的控制问题。而且，它也有自己的鲑鱼洄游——只是以前壮观的洄游的一点残留，但这还是经由生物学家和自然资源保护主义者的艰难努力才赢来的，他们在满是工业污染并被木块堵塞的溪流中为鲑鱼保留了几块栖息之地。虽然当地也试着将药物喷洒作为武器以应对无处不在的蚜虫，但当地受影响的区域相对较小，而且目前尚未涉及鲑鱼重要的产卵地。但缅因内陆渔猎部在某地河鱼中观察到的现象也许是一个不祥先兆。

该部门报告称：“1958年喷完药之后，在大戈达德的溪流中立刻发现了大量垂死的亚口鱼。它们表现出了DDT中毒的典型症状：它们不正常地游来游去，在水面上喘气，表现出颤抖和痉挛的症状。喷药后的前五天，从两个屏蔽网中就收集到了668只亚口鱼的尸体。小戈达德、卡里、阿尔德和布莱克的小溪中也有大量米诺鱼

和亚口鱼被杀死了。经常能看到鱼群被动地顺流而下，非常虚弱，奄奄一息。在喷药一周以后，有几次都发现已经失明并且濒临死亡的鳟鱼被动地顺着溪流而下。”（许多研究都证明了DDT会造成鱼类失明这一事实。加拿大一位生物学家对1957年温哥华岛北部进行的喷药活动进行了观察，报告称，用手就能从溪水中捞起割喉鳟鱼苗，因为它们移动得很慢，也不试着逃跑。进行检测后发现，它们眼睛上蒙了一层不透明的白色薄膜，说明其视力已经被损害或者彻底破坏了。加拿大渔业署的实验室研究表明，几乎所有鱼（银鲑鱼）都不会因为暴露在低浓度的DDT中（百万分之三）而死亡，而是表现出了失明的症状，它们的晶状体已经明显无法进行传导作用。）

只要有大片森林的地方，现代控制昆虫的方式就会威胁到栖息于树荫遮蔽下的溪流中的鱼类。美国最有名的一个鱼类毁灭的例子发生在1955年，是由黄石公园内部和周围药物喷洒造成的。那年秋天，黄石河中发现了非常多的死鱼，引起垂钓者和蒙大拿的渔猎管理者的警惕。大约90英里长的河流受到了影响。一段长达300码的海岸线上，共发现了600只死鱼，包括褐鲑鱼、白鲑鱼和亚口鱼。溪流中的昆虫——鲑鱼的天然食物——消失不见了。

林业管理部门的官员宣称他们是根据每公顷一磅DDT的“安全”用量建议进行的喷洒。但是喷药的后果应该足以让所有人相信，这种建议一点也不可靠。蒙大拿渔猎署和两个联邦机构——鱼类和野生动物管理局和林业管理局——于1956年开启了一项联合研究。当年蒙大拿的喷药地区达到了90万公顷；而1957年还对80万公顷喷洒了农药。生物学家毫不费力地就找到了研究的区域。

死亡的模式一直呈现出其鲜明特点：DDT的气味在森林里飘

散，一层油膜覆在水的表面，鳟鱼横尸海岸线的两侧。所有受到检测的鱼，不论是死是活，组织内都储存了DDT。同加拿大东部的情况一样，喷药造成的最严重后果之一就是作为食物的有机体的减少。在许多进行研究的区域，水生昆虫和其他栖息于溪底的生物都减少至其正常数量的1/10。一旦遭到破坏，这些昆虫的数量需要很长时间才能恢复，而它们对于鳟鱼的生存又至关重要。即使在喷药过后的第二年夏天，只有少量的水生昆虫得到了恢复，而在其中一条此前富含溪底生物的小溪中，很难找到什么昆虫。在这条小溪中，供垂钓的鱼数量减少了80%。

这些鱼并不一定会立刻死亡。事实上，蒙大拿的生物学家发现，迟来的死亡比立即死亡更为常见， 但因为死亡出现在渔季之后，所以不会有相关报告。在所研究的河流中，秋天出现了产卵鱼的大量死亡，包括棕鳟、溪红点鲑和白鲑鱼。这一点也不让人惊讶，因为在有机体出现生理应激之时，无论是鱼还是人，都需要从脂肪中吸收能量。这就将组织中储存的DDT释放出来，使个体受到其致命性的影响。

因此，以每公顷一磅的浓度喷洒DDT显然会对森林溪流中的鱼类造成严重的威胁。此外，并未实现对于蚜虫的控制，许多地方都有计划再次进行喷药。蒙大拿渔猎署对进一步的喷药表达了强烈的反对，称他们“不愿意因为一些不确定是否必要、能否成功的项目而危害渔业资源”。但这一部门又称自己会继续与林业部门合作“确定什么方式可以将有害作用最小化”。

这种合作真的能够成功拯救鱼类吗？英属哥伦比亚的一次经历和这一点有关。在那里，黑头蚜虫已经肆虐了好几年。林业官员害

怕再有一个季节的落叶就会对树木造成严重的危害，决定于1957年开展控制行动。他们对渔猎部门进行了大量咨询，这一部门的官员对于鲑鱼的洄游有所担忧。林业部的生物部门同意修改喷药计划，采用各种可能的方法消除其影响，以减轻鱼类所面临的风险。

尽管采取了这些预防措施，尽管人们显然做出了真诚的努力，然而至少在四条主要河流中，鲑鱼几乎百分之百被杀死了。

在其中一条河流中，4万条洄游的成年银鲑鱼的幼鲑几乎全军覆没。几千条年幼的钢头鳟和其他鳟鱼也是如此。银鲑鱼的生命周期为三年，而这次洄游几乎是由处于同一年龄阶段的鱼组成。像其他种类的鲑鱼一样，银鲑鱼也有强烈的回归本能，会回到自己出生的溪流中。其他溪流中的鱼不会回到这条溪流中。这就意味着，每三年中就会有一年没有洄游，除非通过人工繁殖或其他途径等细心照料恢复这一具有重要意义的商业洄游。

有办法可以解决这一问题——既保护了森林又拯救了鱼类。如果我们将水路变成死亡之河，那就是接受了绝望与失败的建议。我们必须广泛使用现有的不同方法，必须开动大脑、充分利用资源来发明其他方法。根据记载，在一些案例中，自然界的寄生虫可以比喷药更能有效控制蚜虫。这种自然控制的方法需要得到广泛应用。或许可以使用毒性较弱的喷雾，或者更好的方法是引入可以在蚜虫中引发疾病的微生物，而不会影响到整张森林生物网。稍后我们会来讨论这些替代方法是什么，又能达到什么效果。同时，很重要的一点是要意识到喷洒化学物质对抗森林昆虫既非唯一的方法也非最好的方法。

杀虫剂对鱼类的危害可以分为三个方面。第一个方面我们已经

谈到了，它是和森林喷药有关的单一问题，影响到了北部林区洄游河流中的鱼。这一点几乎完全局限于DDT带来的影响。另外一个方面则范围宽广，具有延伸性和扩散性，因为它牵涉许多不同种类的鱼——鲈鱼、太阳鱼、刺盖太阳鱼、亚口鱼还有其他栖息在全国各地各类水体中的鱼，不论是死水还是活水。它也涉及几乎农业生产现状使用的各类杀虫剂，虽然很容易就能将异狄氏剂、毒杀芬、狄氏剂和七氯这些主犯从中挑出。另外一个需要考虑的问题是，进行逻辑推论的话，将来会发生什么。这一点和盐沼、港湾和河口里的鱼有关。因为新型有机杀虫剂的广泛使用，这些鱼不可避免地受到了严重危害。

鱼类对于氯化烃类物质极其敏感，而这又是组成现代杀虫剂的主要成分。

当几百万吨的有毒化学物质被施放到土地表面时，其中一些会不可避免地进入陆地与海洋间水体的无限循环中。

关于鱼类死亡的报告——其中一些十分触目惊心——现在已经太过常见，美国公共卫生管理局甚至设立了一个办公室从各州收集此类报告以作为水体污染的一个参数。

这个问题涉及许许多多的人。大约有2500万美国人将钓鱼作为主要的休闲方式，还有1500万人至少是休闲性质的钓鱼爱好者。这些人每年花费20亿美元用于支付许可证、装备、船只、露营设备、汽油以及临时住所所需要的花费。任何剥夺了他们此项娱乐的行为都会向外延伸，对经济利益产生重大影响。商业渔业是这种利益的代表，而更为重要的是，鱼类作为一项必需的食物来源也受到了影响。内陆和沿海渔业（不包含海上捕捞）产出量大约为每年30亿

磅。然而，我们之后将会看到，杀虫剂对于溪流、池塘、河流以及港湾的侵犯现在给娱乐性和商业性捕鱼都带来了威胁。

到处都可以找到农作物喷洒药物或粉尘对于鱼类造成危害的例子。比如说，在加利福尼亚，为了控制水稻潜叶虫而施用了狄氏剂之后，出现了约6万只垂钓用鱼死亡的现象，大部分是蓝腮太阳鱼，其他的是翻车鱼。在路易斯安那，仅1960年一年就出现了至少30起鱼类大量死亡的案例，因为在甘蔗地里使用了异狄氏剂。在宾夕法尼亚，大量鱼类被异狄氏剂杀害，它们被用在果园里治理老鼠。而西部平原使用了氯丹以治理蚱蜢则导致了许多溪流鱼类的死亡。

或许没有其他农业项目的规模比美国南部的一个项目大了，他们为了治理火蚁而在几百万公顷的土地上喷洒了药水或粉尘。主要使用的化学物质是狄氏剂，它对于鱼类的毒性只比DDT略低。狄氏剂是另外一种治理火蚁的毒药，对于所有水生生物都危害极强，这一点广为记载。仅仅异狄氏剂和毒杀芬就能对鱼类产生较大的危害。

火蚁控制区内的所有地方，无论使用了七氯还是狄氏剂，都对水生生物造成了灾难性的影响。只要摘录几句就可以看出研究这一危害的生物学家所做的报告表达了什么信息：来自得克萨斯，“尽管为保护运河做出了努力，但水生生物还是遭受了严重的损失”，“死鱼……出现在所有受到处理的水域里”，“鱼类死亡惨重，而且这种情况持续时间超过三周”，“临时性水域和小支流中的鱼类似乎已经全部灭绝”。

在路易斯安那，农民们抱怨养鱼池受到了损失。某一条渠边不到1/4英里的渠岸上就能看到500只死鱼躺在那里。在另一个地方，

每看到4条活着的翻车鱼，就能找到150条死鱼。还有5个其他品种似乎被彻底消灭了。

在佛罗里达，被农药处理过的地区池塘里的鱼被发现含有七氯的残留物以及七氯的一种衍生物——环氧七氯。这些鱼中包括翻车鱼和鲈鱼，这两种鱼最受垂钓者喜欢，经常能在餐桌上看到它们的身影。然而它们体内包含的化学物质被食品和药物管理局认为含剧毒，人类少量摄入也会非常危险。

由于收到了大量关于鱼类、青蛙以及其他水生生物的死亡报告，美国鱼类学家和爬行类学家协会（一个致力于研究鱼类、爬行动物以及两栖动物的伟大协会）于1958年通过了一项决议，请求农业部和有关州政府机构停止“七氯、狄氏剂和类似毒药的空中喷洒——在尚未造成不可修复的损失之前”。该协会呼吁大家关注栖息于美国东南部的各种鱼类以及其他生命形式，这其中还包含世界上其他地方没有的物种。该学会发出提醒：“这里有许多动物只栖息在一小块地方，因此很容易就会被全部消灭。”

南方几个州为消灭棉花昆虫使用杀虫剂使得当地鱼类也严重受损。1950年夏天对于阿拉巴马北部种植棉花的郡县来说，是一个灾难重重的季节。那年之前，只在局部地区使用了有机杀虫剂以控制棉子象鼻虫。但1950年，由于之前接连好几个暖冬形成了大量的象鼻虫，因此有80%到95%的农民在农区指导员的劝说下，转而使用杀虫剂。农民们最常用的杀虫剂是毒杀芬，是对鱼类破坏性最强的几种药物之一。

那年夏天降雨频发，雨势凶猛。雨水将化学物质冲刷进溪流中，而正因如此，农民们喷洒了更多药物。当年每公顷棉花平均被

施加了63磅毒杀芬。有些农民每公顷使用了200磅之多；还有人实在热情过头，在一公顷的地里洒了超过1/4吨的农药。

很容易就能预见到结果如何。弗林特小河（在阿拉巴马棉花种植区域流过50英里后注入惠勒水库）发生的情况是该地区的典型代表。8月1日，倾盆大雨袭击了富林特小河区域。雨水由细流汇聚成小溪，继而结成洪流由土地注入河水中。富林特小河的水位线上升了6英寸。第二天早上，小河里显然除了雨水还有很多其他东西。鱼儿在水面附近漫无目的地打着圈。有时有的鱼甚至探出水面跳到岸边，很容易就能捉到它们；一个农民随手捡起了几只放到了泉水形成的池塘中。那里的水是纯净的，它们却也难以恢复。而在河流中，一整天都有死鱼向下游流去。而这却只是更多此类事件的前奏，因为每一次降雨都会把更多的杀虫剂冲入河中，杀死更多的鱼。8月10日的雨水使得溪水中大量的鱼死亡，只有寥寥几条能存活下来，却也变成了于8月15日注入河流中的下一轮毒流的受害者。通过在河水中设置测试笼并将金鱼放置其中，而获得证据证明了这些化学物质的致死性——这些金鱼一天之内就死光了。

富林特小河中受到破坏的鱼包括刺盖太阳鱼，一种极受垂钓者喜爱的鱼。还发现了死去的鲈鱼和翻车鱼，大量出现在这条小河最后汇入的惠勒水库中。这些水体中的杂鱼也都被消灭了——包括鲤鱼、水牛鱼、鼓鱼、黄鱼和鲇鱼。没有表现出生病的迹象——只有临死前的奇怪行为和鱼鳃出现反常的深酒红色。

在养鱼池封闭温暖的水体里，如果附近使用了杀虫剂，那情况对于鱼类来说也极可能是致命的。许多例子都表明，毒药会通过雨水和附近土地的径流注入池塘里。有时池塘不仅会接受到被污染的

土壤径流，而且会因为药物喷洒飞行员在飞越池塘时没有关闭喷嘴而被直接注入毒药。即使没有这么复杂，农业生产的正常使用也会把鱼类置于高于其致死浓度的化学物质中。换言之，即使大幅减少喷洒农药的重量也无济于事，因为对于池塘来说，每公顷0.1磅的浓度通常就被认为是有害的。而毒药一旦被引入就很难清除。 曾经有一个池塘为了除去不想要的鲦鱼而使用了DDT，但即使进行了数次抽排水清洗的过程，池塘毒性仍然很强，杀死了占其存量94%的翻车鱼。显然，化学物质还储存在池塘底部的淤泥中。

现在的情况显然比刚开始使用现代杀虫剂时要差。俄克拉荷马州野生动物保护署于1961年发表声明称每周至少会收到一份关于养鱼塘和小湖内鱼群损失的报告，而且这样的报告正在逐渐增多。而通常情况下，罪魁祸首是对庄稼地使用杀虫剂，一场大雨就把雨水冲刷到池塘里，而经过这些年的不断重复，这一原因也被大众所熟知。

在世界上的其他地方，池塘中养的鱼是一种不可或缺的食物。在这些地方，如果使用杀虫剂时不考虑其对于鱼类的影响，立刻就会引起问题。比如说，在罗德西亚，一种重要食用鱼鲷鱼的幼鱼，由于在浅水池里暴露于每百万分之零点零四的DDT中而死亡。而许多其他杀虫剂的剂量即使再小一些，也会致命。这种鱼生活的浅水池是蚊子繁殖的最佳地点。既要治理蚊子，又要保护这种中非重要的食物，这一问题显然没有得到满意的解决。

菲律宾、中国、泰国、印度尼西亚和印度对于遮目鱼的养殖也面临着同样的问题。在这些国家，遮目鱼生长在海岸边的浅水池里。成群结队的幼鱼不知从哪里突然出现在沿海水域，人们把它们舀起来放在蓄水池里，它们在那里完成其生长过程。这种鱼对于东

南亚和印度数百万以水稻为食的人来说，是一种非常重要的动物蛋白来源，因此太平洋科学议会曾建议国际共同努力，寻找目前尚不知道的这种鱼的产卵地，以大规模发展养殖。然而喷洒杀虫剂给现有的鱼池造成了重大损失。菲律宾为治理蚊子而进行药物喷洒几乎让鱼塘所有者血本无归。在一个养有12万条遮目鱼的池塘里，在喷药飞机过去之后，超过一半的鱼会死，无论池塘主人多么费力冲刷池塘以将毒药稀释。

近年来对鱼类的一次最惊人的屠戮于1961年发生在得克萨斯奥斯丁下游的科罗拉多河。1月15日是一个星期天，那天早上天刚蒙蒙亮，奥斯丁新唐湖和它下游5英里处就出现了死鱼。星期一就有报告称其下游50英里处也有死鱼。截止到那时，显然有一股毒流正在沿着河水顺流而下。截至1月21日，下游100英里处在拉格兰奇附近的鱼也死了，一个星期后，这些化学物质给奥斯丁下游200英里处的生物带去了死亡。1月的最后一个星期，近岸内巷道的水闸被关闭了，以防止毒水进入马塔高达海湾，而将其引入了墨西哥湾。

同时，奥斯丁的调查者注意到了和氯丹及毒杀芬有关的气味。这种气味在一条下水道的污水里尤为强烈。这条下水道过去一直因为工业废水的排放而惹上麻烦，当得克萨斯渔猎委员会的官员从湖里顺着河流追溯回来时，他们发现在所有的缺口处都有一种好像是六氯化苯的气味，可以远溯到一个化工厂的一条支线。这个化工厂的主要产品有DDT、六氯化苯、氯丹和毒杀芬，以及少量的其他杀虫剂。化工厂的经理承认大量粉状杀虫剂最近被清洗进入了下水道，而且更值得关注的是，他说过去十年一直采用这种排放方式处理杀虫剂的溢出物和残留物。

经过进一步调查，渔猎部的官员发现在其他工厂里，雨水和清洁用水也会把杀虫剂送入下水道。在湖水和河水变得对鱼类有毒的前几天，曾用几百万加仑的水高压冲洗了整个下水道系统以洗刷其残留物，这就为这个链条扣上了最后一环。毫无疑问，这一行为将储存在砾石、沙子以及碎石堆里的杀虫剂释放出来，并将其带入湖水中继而进入河水，而之后进行的化学物测试也证明了它们的存在。

当大量的致命物质随着科罗拉多河顺流而下，它们给所到之处都带去了死亡。唐湖下游140英里的范围内鱼类几乎全部灭绝，因为之后试着用渔网查找是否还有鱼类生还时，每次起网都是空的。观察到了27种死鱼，每一英里河岸上的死鱼大约有1000磅重。其中包含斑点叉尾，这是这条河里主要的垂钓鱼。还有蓝鲇鱼、平头鲇鱼、大头鱼、四种翻车鱼、鲷鱼、鲦鱼、裂唇绒口鱼、大嘴黑鲈鱼、鲤鱼、胭脂鱼、亚口鱼。还有鳗鱼、雀鳝、鲤鱼、河吸盘鲤、黄鱼和水牛鱼。其中还有一些这条河里的长辈，看大小应该已经年纪很大了——许多平头鲇鱼重达25磅，还有当地居民在河边见到了60磅的鱼，一条巨大的蓝鲇鱼官方记载为85磅重。

渔猎委员会推断，即使没有进一步的污染，要改变河中鱼类的种群种类也要几年时间。一些在其自然分布地已经是仅存的品种，可能永远无法恢复了，其他种类也需要借助广泛的养殖活动才能恢复。

现在关于奥斯丁鱼类的大灾难已经了解了这么多，但几乎可以肯定的是，还会有续集。有毒的河水在向下游流过200公里后仍然具有致死的能力。人们认为它毒性太强，不能流入马塔哥达海湾中，因为那里有牡蛎养殖场和捕虾场，因此将其转而引向了开放的墨西哥湾中。在那里它又会带来什么后果呢？而其他河流有那么多分

支，它们的水流携带了或许同样致命的污染物，又会如何呢?

目前我们对于这个问题的答案大部分都只是猜测，但人们却越来越担心河口、盐沼地、港湾和其他沿海地区杀虫剂污染带来的危害。这些地方不仅会接受河流中排放的污染物，还经常会因为要防治蚊子及其他昆虫而直接受到药物喷洒。

没有什么地方能比佛罗里达东海岸印度河区域更能活灵活现地展示杀虫剂对盐沼地、河口以及所有宁静入海口中生物的影响了。1955年春天，为了消灭白蛉的幼虫，对该地区圣露丝郡约2000公顷的盐沼地使用了狄氏剂。使用的浓度为每公顷一磅活性成分。它们对于水生生物的影响是毁灭性的。州立卫生局昆虫学研究中心的科学家在喷药之后对这场屠戮进行了调查，报告称鱼类“基本上全部”被消灭了。海岸的各个地方都有死鱼横尸。从天空中可以看到鲨鱼被水里即将死去又无可奈何的鱼群所吸引而游近。没有什么物种可以幸免。死去的鱼有胭脂鱼、锯盖鱼、银鲈和食蚊鱼。

沼泽地内暴毙的鱼类数量（不包括印度河沿岸）至少有20到30吨，或者说1175000条鱼，至少包含了30种不同种类。（根据调查组R・W・哈林顿和W・L・比德林梅耶尔的报告）

软体动物似乎没有遭到狄氏剂的伤害。甲壳类动物则在该区域彻底灭绝。整个水螃蟹种群显然被完全破坏了，招潮蟹也几乎全部灭亡，除了在几小块明显未被粉尘弹击中的沼泽里还暂时有一些存活。

体形较大的垂钓和食物用鱼是最早死去的……螃蟹捕食破坏那些将死的鱼，但第二天它们自己就也死了。蜗牛继续吞食鱼类尸体。两周后，死鱼尸体就消失得无影无踪了。

已故赫伯特・R・米尔斯博士根据自己在佛罗里达对面海岸坦

帕湾（国家奥杜邦协会在该地区建立了一处包括威士忌残礁在内的海鸟禁猎区）进行的观察描述了一幅同样忧郁的场景。讽刺的是，当地卫生部门发起了一场消灭盐沼地蚊子的战役之后，这个禁猎区变成了一个可怜的避难所。鱼类和螃蟹再次成为主要受害者。招潮蟹，这种个头小长相别致的甲壳纲动物，像放牧般成群结队地在滩涂和沙坪上移动时，对化学喷雾毫无招架之力。那年夏天和秋天连续进行了几次喷药之后（有些地方喷药的次数高达16次），米尔斯博士这样形容招潮蟹的情况："截至目前，招潮蟹逐渐消失不见的情况变得明显了。当天（10月12日）的天气状况下，潮汐过后周围本来应该有10万只招潮蟹，现在找遍整个沙滩，也不超过100只了，而这100只也已经死亡或者生着病，打着战、抽搐、跌跌撞撞的，几乎没办法爬行；但在周围未喷药地区却有大量的招潮蟹。"

招潮蟹在它所栖息的世界的生态系统中扮演着不可或缺的角色，这一空缺不容易被其他生物填充。对于许多动物来说，它都是重要的食物来源。沿海地区的浣熊以此为食。一些栖息在盐沼地里的鸟儿也是如此，如长嘴秧鸡、海岸鸟甚至还有一些来访的海鸟。新泽西州的盐沼地喷洒了DDT，笑鸥的数量在几周之内减少了85%，很可能因为喷了药之后它们无法找到足够的食物。招潮蟹还有其他重要作用，它们是有用的清道夫，而且通过其大范围挖地道的行为将沼泽地里的淤泥翻晒出来。它们还给渔民提供了大量饵料。

招潮蟹不是沼泽和海口里唯一一种受到杀虫剂危害的生物，其他对于人类作用更明显的一些生物也受到了危害。切萨皮克湾和大西洋沿岸其他地区著名的青蟹就是这样一个例子。这种蟹对杀虫剂非常敏感，因此每次对浅滩地的小溪、壕沟以及池塘进行喷药之后

都会大量杀害生活在那里的螃蟹。死的不只是当地的螃蟹，其他从海洋中进入这一喷药区的螃蟹也会中毒身亡。有时不是直接中毒，就像印度河附近沼泽地里的清道夫蟹一般，它们攻击濒死的鱼类，但很快也会中毒而死。对于龙虾的危害了解较少，但它和青蟹一样同属于节肢动物，生理机能大致相同，因此很可能会承受同样的后果。石蟹和其他甲壳纲动物也是如此，它们是人类的食物，具有直接的重要经济意义。

近海水域——港湾、海峡、河口以及潮沼地——形成了非常重要的生态单元。它们和许多鱼类、软体动物和甲壳纲动物都有着十分亲密不可或缺的关系，所以如果一旦这些地方不再适合居住，这些海产品就会从我们的餐桌上消失。

即使是广泛分布在沿海水域中的鱼，许多也依赖于这些近海地区作为哺育、喂养下一代的温床。佛罗里达西海岸最下游的三分之一毗邻着红树林，它们掩映着像迷宫一般的溪流群和运河，里面有许多大海鲢的幼鱼。在大西洋沿岸，海鳟、黄花鱼、斑点鱼和鼓鱼都在岛屿和“堤岸”间入水口处的砂质浅滩上产卵，这条堤岸就像一条保护性链条横在纽约南岸大部分地区的外部。幼鱼孵出后随着潮汐穿过入海口。在港湾和海峡中——克拉塔克、帕姆利科、鲍格还有其他许多——它们有充足的食物，能够快速成长。没有这种温暖又富含食物的水体作为育儿场，上述几种生物和许多其他物种都无法得以延续。然而我们却允许杀虫剂进入这些地方，或通过河流，或因为毗邻沼泽地的喷药而直接进入。这些鱼的幼年阶段甚至成年阶段更容易直接受到化学物质的毒害。

虾的幼年时期也依附于近海的喂食场进行觅食。一种数量丰

沛、分布广泛的物种支撑了南大西洋和海湾数州的整个商业水产业。虽然它们在海里产卵，但几周大的小虾会进入河口和港湾中经历连续的蜕皮和形态变化。在那里，它们从五六月一直待到秋天，以水底的腐质为食。它们近海生活的整个阶段，虾群的良好发展和它们所支撑的工业都依赖于河口处的有利条件。

杀虫剂是否给捕虾业和市场供应带来了威胁呢？最近商业性水产业局在实验室进行的实验或许包含了这一问题的答案。刚刚度过幼虫期的商业用虾对于杀虫剂的容忍度非常低——以十亿分之几进行衡量，而百万分之几的常用标准。比如说，一次试验中，一半的虾都死于浓度仅为十亿分之十五的狄氏剂。其他一些化学物质毒性甚至更强。异狄氏剂是杀虫剂中毒性最强的几种之一，十亿分之零点五的浓度就能杀死一半的虾。

对于牡蛎和蛤蜊的威胁是多重的。同样的，其幼年阶段是最脆弱的。这种贝类动物栖息于港湾和海峡的底部、新英格兰到得克萨斯的潮汐河流中以及太平洋沿岸的庇护区。虽然成年的贝类定居某地不再迁徙，它们将卵产在大海里，它们的幼体就可以在这里无拘无束地生活几个星期。夏季的一天，一条拖在小船后面的带细孔的拖网就会将这种非常小、像玻璃一样脆弱的牡蛎和蛤蜊拢到网里，和它们一起的还有其他浮游植物和动物。这些透明的幼虫和灰尘一样大小，它们在水面上四处游动，以微小的浮游植物为食。如果缺乏这种微小的海洋植物，幼年的贝类就会饿死。然而杀虫剂很可能会大量毁灭浮游生物。有些常用于草坪、耕地、路边甚至沿海沼泽地里的除草剂对于浮游植物来说毒性极强，而软体动物的幼虫又以此为食——哪怕只有十亿分之几的浓度也是如此。

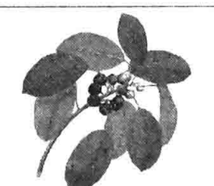
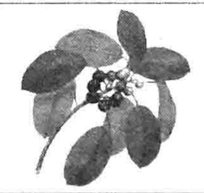
许多常用杀虫剂以非常小的量就能杀死这些柔弱的幼虫。哪怕暴露在低于致死剂量的农药中，最终也会导致幼虫的死亡，因为这不可避免地会造成生长速度的减慢。这就延长了幼体需要在这一有毒世界中度过的时间，因此降低了它们能活到成年的机会。

成年软体动物直接中毒的危险较小，至少一些杀虫剂是这样。但这也不能让人放心。毒药会在牡蛎和蛤蜊的消化器官和其他组织中浓缩。这两种贝类通常都是整个食用的，有时会生吃。商业渔猎署的菲利普·巴特勒博士指出有一种不祥之兆，我们可能会和知更鸟面临相同的情况。他说，知更鸟并非因为直接喷洒DDT而死。它们因为吃了体内含有浓缩杀虫剂的蚯蚓而死。

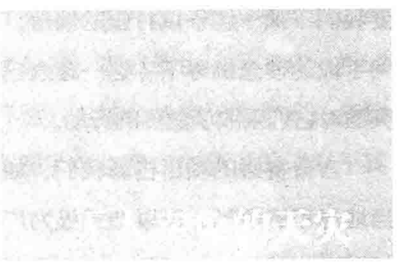
因为昆虫控制而造成了一些直接明显的效果，使得溪流和池塘中出现了数千鱼群和甲壳纲动物突然死亡的事件，这些事件引人注目又令人震惊，但到达河口处的杀虫剂给溪流带来的间接后果最终将具有更强的毁灭性后果，虽然这种后果看不到，在很大程度上也不为人知。整体的情况被各种没有满意答案的问题包围了。我们知道农田和森林径流中的杀虫剂随着许多乃至大部分河流进入海洋。但我们不知道其中各种化学物质都是什么，总量如何，而一旦它们进入海中，在这种高度稀释状态下我们目前也没有可靠的方法进行检测识别。虽然我们知道在长途运输过程中可能出现了变化，我们却不知道毒性是变强了还是变弱了。而化学物之间的相互作用几乎完全未曾加以研究，而当它们进入环境中，许多不同的化学物质混在一起共同运送，这一问题就变得十分紧迫。上述所有问题都迫切需要得到准确的回答，而只有通过大量研究才可以实现，然而这一

领域的研究经费少得可怜。

淡水和海水中的渔业都是非常重要的资源，牵涉许多人的利益与生计。而现在它们却受到了水域中各种化学物质的威胁，这点毋庸置疑。人们每年都在研究如何生产出毒性更强的喷雾，如果我们从这些经费中分出一小部分给这些建设性的研究，我们就能找到危险性更低的材料，能找到方法将毒药阻挡在水域之外。什么时候公众才能足够了解真相而要求采取这种措施呢？





空中喷药一开始只在农田和森林中进行，现在其范围却逐渐扩大，其剂量也逐渐增多，英国生态学家近来称其为地球表面上的“骇人死雨”。我们对于毒药的态度发生了微妙的变化。曾经它们被存放在画着骷髅旗的容器里；偶尔用到它们时也会万分小心，确保其只和目标物接触，不会影响到其他任何东西。由于新型有机杀虫剂的发展，二战后又有大量的闲置飞机，所有的这些谨慎都被遗忘了。虽然今天的毒药比之前的任何药都危险，它们却被人从天空中不加选择地倾倒而下，异常骇人。不只是目标昆虫和植物，药物辐射范围内的万事万物——不管是人类还是非人——都知道接触到毒药后的恶果。被喷药的不只是森林和耕地，还有乡镇与城市。

许多人都担忧在几百万顷土地上喷洒化学药物会造成致命的后果，而20世纪50年代末进行的两次大规模喷药行动更加重了这种疑虑。分别是西北地区防治吉普赛蛾和南部地区治理火蚁的战争。二者都不是本土昆虫，但已经在这个国家存在了许多年，并未引发需

要我们不顾一切予以打压的情形。然而在只要结果好就可以采取任何手段的理念指导下（这一理念已经引导了我们农业部很多年），突然对它们采取了激烈的行动。

吉普赛蛾的项目告诉我们，如果用不顾后果的大规模行动取代当地温和的控制，可以造成极为广泛的影响。针对火蚁的这一行动是同类活动中的主要典型：夸大了对于治理的需求，对于破坏目标所需要的剂量没有科学的知识，也不知道它会对其他生命造成的影响。这两个项目都未达到其预期目的。

吉普赛蛾原产于欧洲，它们已经在美国出现了近一百年。1869年，一位法国科学家利奥波德·托维特一不小心让几只这种蛾子从他马萨诸塞州德福德的实验室里逃了出去，他本打算将这种蛾与蚕进行杂交。吉普赛娥逐渐扩散至整个新英格兰。它们不断扩散的介质是风；它在幼年或毛毛虫阶段非常轻，可以被风吹到非常高的高度，飞越非常远的距离。另外一种途径是它的卵块会随着植物被运往各地，而它在冬天都是以卵块的形式存在。春天有几个星期，吉普赛蛾的幼虫会攻击橡树及其他一些阔叶木的叶子，现在新英格兰各州都有了这种蛾的幼虫。新泽西州偶尔也能看到它的身影，1911年它们随着从荷兰运来的云杉来到了这里；至于它是如何进入密歇根的则不得而知。1938年新英格兰的飓风将这种蛾送到了宾夕法尼亚和纽约，但阿迪朗达克山脉的树不吸引它们，因而阻挡了它们进一步向西扩散。

人们通过各种方法，成功地将吉普赛蛾限制在美国西北部角落，从它踏上这块大陆起近一百年来，人们都毫无理由地担心它会

入侵阿帕拉契山脉南部广阔的阔叶林。从国外进口的13种寄生虫和肉食生物在新英格兰成功地发展了起来。农业部也认可了这一方式大幅减少了吉普赛蛾的数量和破坏性。这种自然控制的方式，与检疫措施和当地的喷药行动一起，实现了农业部1955所说的“对于其分布和危害的有效控制”。

然而在对事态表示满意之后不过一年，农业部的植物害虫控制部门就展开了在一年内对几百万公顷土地进行大地毯式喷药的活动，而其宣称的目的是最后“清除”吉普赛蛾。（“清除”的意思是使得某物种在其活动范围内彻底消失、最终灭绝。然而随着接连几个项目的失败，农业部发现不得不宣传需要在同一地区对同一物种进行第二次甚至第三次“清除”活动。）

农业部对于吉普赛蛾开启了竭尽全力的化学战争，一开始就野心勃勃。1956年，宾夕法尼亚、新泽西、密歇根、纽约各州对近一百万公顷的土地喷了药。人们纷纷抱怨这给喷药地区造成了大量破坏。当确定了大范围喷药项目之时，环保主义者的担忧也逐渐加剧。各州和联邦农业部的官员做出其典型的耸肩动作，认为这些抱怨是无足轻重的小事。

长岛地区也包含在1957年的吉普赛蛾喷药范围之中，主要由几个人口重镇和与盐沼地接壤的沿海地区组成。纳苏郡、长岛是纽约州内除纽约市外人口最密集的地区。人们说“纽约市大都会区面临着(被吉普赛蛾侵袭的)危险”作为进行该项目的重要理由，简直就是无稽之谈。吉普赛蛾是种森林昆虫，显然不会栖息于城市中。它们也不会居住在草地、耕地、花园和沼泽里。然而，1957年美国农业部和纽约农业和市场部雇用的飞机投放已经配好的溶于柴油中的

DDT时，并未加以区分。它们洒向了商品蔬菜园和牧场，鱼塘和盐沼地。它们洒向郊区的聚集点，弄湿了一位主妇的衣裳，而她正在尽力赶在飞机到来之前把花园遮上；飞机还把杀虫浴洒向正在玩耍和乘火车往返的孩子身上。在赛特科特，一匹优良的赛马从飞机喷过药的田地里的水槽中饮水；十小时后就死了。汽车上面都是油性混合物的斑斑点点；花丛和灌木被毁之殆尽。鸟类、鱼类、蟹类和有益的昆虫都被杀死了。

世界知名的一位鸟类学家罗伯特·库什曼·墨菲领导了一群长岛居民申请了一项法庭禁令，以阻止1957年的喷药。预先禁令遭到了驳回，这些反对的居民不得不照常忍受DDT的喷洒，但却坚持不懈地努力申请这项长期禁令。但由于喷药行动已经发生，法院认为这份诉状是“无实际意义的”。这份诉状一路递交给了高级法院，却被拒绝审理。威廉·道格拉斯法官强烈反对了不审理该诉讼的决议，认为“许多专家和负责任的官员都发出警告称DDT具有危害，说明了这一案件对于民众具有重要意义”。

长岛居民提起的诉讼至少使公众注意到了大规模喷洒杀虫剂不断增长的趋势，注意到了控制部门有无视公民不受侵犯的财产权的权力和倾向。

在对吉普赛蛾喷药的过程中，牛奶和农产品受到了污染这一事实让许多人感到意外又不悦。纽约威彻斯特郡北部方圆200公顷的沃勒农场上发生的一切逐渐显现出来。沃勒夫人专门要求农业部官员不要对她的土地喷药，因为在对树林喷药的过程中几乎不可能避开牧地。她提出对她的土地进行检测，看看是否有吉普赛蛾，并通过点喷的方式消灭任何入侵。虽然她得到了不会对任何农场喷药的保

证，但她的土地仍有两次被直接喷了药。此外，还因为喷雾飘过来而受到影响。在喷药48小时后对其牧场上纯种格恩西奶牛的牛奶进行检测，发现其中DDT的浓度为百万分之十四。对奶牛觅食的牧场进行检测，发现其牧草也受到了污染。虽然当地的卫生部门知道了这一情况，却未下达任何指令要求不得售卖这些牛奶。这一不幸的情况是缺乏消费者保护意识的典型，这种情况非常普遍。虽然食品和药物管理局要求牛奶中不允许含有任何杀虫剂残留，这一禁令却并未得到充分监管，仅应用于州际流通的商品。没有任何外力强迫各州和各郡的官员遵守联邦法律中对于杀虫剂含量的规定，除非当地的法律恰好也有相同规定，但这种情况极为罕见。

菜园种植者同样遭受了不幸。某些产业作物严重枯焦并且有大量斑点，根本无法售卖。其他一些则含有大量残留；康奈尔大学农业实验站对一份豌豆样本进行检测，发现其包含百万分之十四至百万分之二十的DDT。法律规定最高浓度为百万分之七。种植者要么要承受严重的损失，要么就要售卖含有非法农药残留的蔬菜。他们中的一些人寻找并收集了损失的数据。

随着空中喷洒的DDT的增多，法院的诉讼案也随之增多。其中有纽约州一些地方养蜂者的诉状。即使在1957年喷药之前，养蜂者已经因为果园中DDT的使用而损失惨重。“在1953年之前，我把美国农业部和农业大学说的任何话都当成金科玉律。”其中一位养蜂者痛苦地回忆起以前。但1953年5月，这个人因为该州对于一大片区域的喷药而损失了800个蜂群。损失惨重而且范围非常广泛，他和14个养蜂人一起起诉该州，要求赔偿25亿美元的损失。另外一个养蜂人有400个蜂群意外成为1957年喷药行动的目标，报告称在林区进

行野外工作的蜜蜂（为蜂巢外出采集花蜜和花粉的工蜂）被百分之百杀死，而在喷药密度相对较低的农耕地区，这一数字则为50%。“这让人非常苦恼，”他写道，“走进5月的庭院，却听不到任何一只蜜蜂的嗡嗡声。”吉普赛蛾项目中有许多不负责任的行为。因为喷雾飞机的费用是以加仑计算而非其喷洒的公顷数，所以没有必要有所保留，许多土地喷了不止一次而是好几次。至少其中一份喷药合同是与外州的一个公司签署的，该公司没有当地地址，没有按照当地法律要求向该州官方登记以承担法律责任。在这一非常狡猾的情况下，因为苹果园或者蜜蜂而遭受了直接经济损失的居民发现不知该去起诉谁。

1957年进行了这一灾难惨重的喷药项目之后，该项目突然被彻底叫停，只含糊不清地称“要评估”之前的工作，对其他杀虫剂进行测试。1957年的喷药面积为350万公顷，而1958年受到处理的面积则下降至50万公顷，1959、1960和1961年为10万公顷。在这段间隔中，昆虫防治机构一定是觉得长岛地区的消息令人不安。那里吉普赛蛾的数量又大规模恢复。这一昂贵的喷药项目显然降低了该部门的公信力和信誉——该项目本打算彻底清除吉普赛蛾——实际上却什么都没能实现。

同时，植物害虫控制署暂时把吉普赛蛾放在了一边，因为他们正忙着在南部开展野心更大的项目。“消灭”一词仍然轻易地从该部门的影印机中流出；这次新闻发布会上他们承诺要消灭火蚁。

火蚁因为其似火般炽热的刺针而命名，它们经由阿拉巴马的莫比尔从南美洲传入美国，一战结束后不久就在莫比尔发现了它们的

身影。截至1928年，火蚁已经扩散至莫比尔的郊区，并继续其入侵过程，现在已经遍布南部各州大部分区域。在它来到美国后40多年的时间里，火蚁似乎并未引起人们的注意。有大量火蚁的各地区的居民觉得它们惹人烦，主要因为它们把巢穴或者土堆建得有1英尺多高。因而会阻碍农业机械的运作。但只有两个州把它列入该州危害最强的20种昆虫中，并且处于该名单的底部。但并没有官员或居民担心火蚁会威胁农作物或牲畜。

随着开发出具有强大致命力量的化学物质，官方对于火蚁的态度突然出现了转变。1957年农业部开始了其历史上最著名的宣传运动。政府宣传、动画电影以政府授意的故事对火蚁展开了密集攻击，将其刻画成南部农业的破坏者以及杀害鸟类、牲畜和人类的凶手。官方宣布异常大规模运动的开始，联邦政府同相关州政府合作，最终将在南部九州对2000万公顷土地进行处理。

“美国杀虫剂制造者似乎在美国农业部与日俱增的大规模消灭害虫运动中挖到了销售宝藏”，该行业的一本杂志在火蚁项目正在进行中的1958年愉快地做出了上述报告。

没有任何害虫治理项目曾经遭到这么理所应当而且如此全面的唾弃，除了这一“销售宝藏”的受益者。该项目是大规模昆虫防治项目的一个突出代表，它计划不周、执行不当，是一个彻头彻尾的有害实验，它花费昂贵，极大地摧毁了动物生命，严重破坏了公众对于农业部的信心，任何投入在该项目的经费都令人觉得费解。

最初赢得了国会对于该项目支持的种种陈述后来都被证明是不真实的。火蚁被描述为会对南部农业造成巨大的威胁，它们会毁坏庄稼和野生动物，会攻击在地面筑巢的鸟类的幼鸟。据说它们的刺

会危害人类健康。

这些说法可信度有多高呢？农业部为寻求拨款而做出的证词与其主要出版物中的内容并不一致。1957年的公告《关于治理攻击农作物和牲畜的害虫的一些建议》中并未大量提及火蚁——如果农业部相信自己的宣传，那这种忽略可谓非常离奇。此外，该部门百科全书式年鉴（1952年）只有一个简短的段落是关于火蚁的，而这本专门描述昆虫的书总字数达50万字。

与农业部毫无根据地宣称火蚁会毁坏庄稼攻击牲畜相比，对这种昆虫有着最亲密经历的阿拉巴马州的农业实验站则对此说法进行了细致的研究。阿拉巴马的科学家称："总体上看，很少见到其对植物产生危害。"阿拉巴马工业学院的昆虫学者F.S.艾伦特博士（其于1961年任美国昆虫学协会主席）称他的部门"在过去五年中并未收到任何一份火蚁对植物造成危害的报告……也没有观察到对于牲畜的危害"。那些真正在田野和实验室里观察火蚁的人说火蚁主要以其他各种昆虫为食，而这些昆虫大部分都被认为有损于人类利益。火蚁被观察到从棉花上捕食象鼻虫幼虫。它们堆筑土堆的行为可以给土壤充气和排水，起着有益的作用。阿拉巴马州的研究得到了密西西比州立大学调查的支持，而且比农业部的证据令人印象更为深刻，显然农业部的结论主要以其与农民的谈话以及以前的研究为基础，而农民很容易就将火蚁和另外一种蚁弄混。一些昆虫学者相信随着火蚁数量的增加，它们的饮食习性已经发生了改变，因此那些几十年前做出的研究现在已经没什么价值了。

而火蚁会危害健康及生命的说法也需要大量修正。农业部赞助了一部宣传电影（以获取对于该项目的支持），该电影围绕火蚁的

刺建造了一些恐怖场景。确实被刺到会很痛，而且应该建议人们防止被刺，就像人们平常避免被黄蜂和蜜蜂刺一样。敏感的个人偶尔可能会出现严重的反应，而医学史上或许记录了一则死亡案例，但也并不确定其死因确实是火蚁的毒液。与之相反，死亡统计办公室1959年就记载了33人死于蜜蜂或马蜂的刺。然而似乎没有人曾提议要“消灭”这些昆虫。同样的，当地的证据更可信。虽然火蚁已经在阿拉巴马生活了40年，而且在当地极为密集，该州健康部门官员称“在阿拉巴马，从未出现过由于外来火蚁咬人导致人类死亡的事件”，并且认为因为火蚁咬人而引发的医学事件是“偶然的”。火蚁在草坪和操场上垒的土堆可能会让孩子们容易被刺，但这很难为在几百万公顷的土地上洒上农药的行为开脱。而通过对土堆进行单独处理很容易就能解决上述问题。

而所谓的对于鸟类的危害，也缺乏证据支持。一个在此问题上很有发言权的人是阿拉巴马州奥伯恩野生动物研究单位的领导人，莫里斯·F·贝克博士，他在这一领域有多年经验。但是贝克博士的观点与农业部的说法截然相反。他说：“在阿拉巴马南部和佛罗里达西北部，我们有大量的猎鸟和美州鹑和外来火蚁共存……在阿拉巴马南部有火蚁存在的40多年里，猎鸟的数量一直保持稳定而大量的增长。显然，如果外来火蚁会对野生生物产生严重危险，这种情况就不可能存在。”

而为了消灭火蚁而使用的杀虫剂对野生生物产生的影响则是另外一回事了。要使用的化学剂包括狄氏剂和七氯，都是较为新型的杀虫剂。对于二者的使用都没什么实地经验，没人知道大规模使用时，它们会对鸟类、鱼类以及哺乳动物产生何种影响。但是知道这

两种药物的毒性比DDT都要强好多倍，而DDT在那时已经有约十年的使用经验，每公顷一磅的DDT就能杀死一些鸟和许多鱼。而狄氏剂和七氯的用量更高——大多数情况下为每公顷2磅，或者如果同时要治理白边甲虫的话，则每公顷使用3磅狄氏剂。在此剂量下，七氯对于鸟儿的影响相当于每公顷20磅的DDT，狄氏剂则相当于120磅DDT！

州内各环保机构、全国环保机构、生态学家乃至昆虫学者发起了紧急抗议，要求农业部秘书长以斯拉·班森将该项目延期，至少等做出研究，了解了七氯和狄氏剂对野生和家养动物的影响，确定能够治理火蚁的最小剂量。这些抗议遭到了无视，该项目于1958年开始。第一年对100万公顷土地进行了治理。这个时候，很明显任何研究都只能称为尸检了。

随着项目的继续，州内和联邦野生动物机构及几家大学的生物学家进行了相关研究，事实逐渐累积起来。各项研究表明在一些受到处理的地区，野生动物遭到了破坏，甚至全军覆没。家禽、牲畜还有宠物也被杀死了。农业部无视了所有相关损失的证据，认为它们太过夸张，会误导公众。

然而事实在不断堆积。在得克萨斯哈丁郡，负鼠、犰狳以及大量浣熊在喷洒了化学药物之后几乎消失。即使在喷药后的第二年秋天，仍然少见这些动物的踪迹。在该地区仅有的几只浣熊体内也包含化学物质残留。

在对喷药地区发现的死鸟进行化学检测后发现，它们吸收或者吞咽了用于治理火蚁的毒药。（唯一存活的鸟类就是家雀，其他的确也有一些证据显示它们的抵抗力相对较高。）阿拉巴马一大块于1959年喷了药的土地上，一半的鸟都被杀死了。那些生活在地面

上或多年生低植被中的鸟儿死亡率为100%。即使在喷药一年后的春天，仍然没有任何鸣禽的踪影，许多优良筑巢区都非常安静，没有鸟类来过。在得克萨斯，鸟儿的巢穴中发现了死去的燕八哥、斯皮扎雀和草地鹨。得克萨斯、路易斯安那、阿拉巴马、乔治亚和佛罗里达的死鸟样本被送往鱼类和野生动物管理局进行检测，发现超过90%的样本中都含有狄氏剂或七氯的某种形式的残留，浓度高达百万分之三十八。

鸟鹬在路易斯安那过冬但在北方繁殖，现在体内含有火蚁毒药的污染物。这种污染的来源非常明显。鸟鹬主要以蚯蚓为食，用它们长长的嘴在土中啄食蚯蚓。在喷药6到10个月之后，路易斯安那州幸存的蚯蚓体内仍含有百万分之二十的七氯。一年之后，这一数字仍高达百万分之十。鸟鹬体内的毒药虽不致死，但也有其他后果，在火蚁项目进行后的当年就能看到幼鸟体内的毒药相较于成鸟显著降低。

对于南部的打猎者而言，最担忧的就是美洲鹑的遭遇了。这种在地上筑巢觅食的鸟，在受过处理的地区已经被消灭了。所有送去鱼类和野生动物管理局进行分析的样本中都含有足以导致其死亡的杀虫剂。阿拉巴马州是得克萨斯州情况的复制版，2500公顷喷洒过七氯的土地上，所有的美洲鹑都被消灭了。还有九成的鸣禽和这种鹑一起消失了。同样的，分析表明在这些死鸟的组织内含有七氯。

除了美洲鹑，野火鸡的数量也因为火蚁项目严重减少了。使用七氯之前，阿拉巴马州威尔科特斯县的一个地方能看到80只野生火鸡，但在喷完农药后的那个夏天，一只都找不到了——除了一窝没有孵化的蛋和一只已经死去的幼鸟。野火鸡和它们的家养兄弟们命

运一样，当地农场的火鸡在喷了农药之后也很少能生出小鸡。很少有蛋能孵出小鸡，生出来的也几乎没有能活下来的。附近没有喷药的地方却不是这副光景。火鸡的命运绝非独一无二的。本国最负盛名也最为人所尊敬的生物学家之一，克劳伦斯·寇唐博士拜访了一些农民，他们的土地都喷了农药。除了注意到喷药之后好像“树上的所有小鸟”都消失了，大多数人都说牲畜、家禽和宠物受到了损害。其中一个人“对控制作业的工人非常生气”，寇唐博士在报告中写道：“因为他埋了或处理掉了19头因为喷药死掉的牛的尸体，他还知道其他三四头牛也会因为同样的原因死去。从出生起就只吃牛奶的小牛也死了。”

寇唐博士采访的人都为喷药之后几个月里发生的一切大惑不解。一位女士告诉她，在周围的土地都被毒药覆盖之后，她让几只母鸡坐窝，“却发现很少有小鸡能孵化并存活，她为此很不理解。另外一位农人“养猪，在洒药之后整整九个月里，他都无法养活小猪。猪仔在出生时或出生后就死了”。还有一位农民也有同样的报告，他说在35个猪窝里大概有250只小猪，却只有31只存活下来。这个人从喷药之后也几乎没办法养鸡。

农业部一直否认牲畜的死亡与火蚁项目有关。然而乔治亚州班布里奇的一位兽医奥蒂斯·L·波特维特博士却在治疗了许多受影响的动物之后，总结了为什么要把死因归咎于杀虫剂。火蚁项目实施后两周到数月之内，牛、羊、马、鸡、鸟和其他野生生物开始患上和神经系统有关的不治之症。只有能够接触被污染的食物和水的动物会受到影响。圈养的动物尚不在其列。只有在进行了火蚁项目的地区有这种情况。对于这种疾病的实验室测试结果为阴性。描述狄

氏剂和七氯中毒症状的官方文本中就包含波特维特博士和其他兽医观察到的症状。

波特维特博士还描述了一个引人注意的案例，一个两个月大的小牛表现出七氯中毒的症状。人们对这头小牛做了详尽的实验室分析。只有一个发现引人注意，它的脂肪内含有百万分之七十九的七氯。但此时已经是喷药五个月之后。这头小牛从食物中直接摄入了毒药还是从母乳甚至在出生前就间接摄入了呢？“如果毒药来源于母乳”，波特维特博士问道，“为什么没有采取特别的预防措施防止我们的孩子饮用当地的乳制品呢？”

波特维特博士的报告提出了有关于牛奶污染的一项重大议题。火蚁项目包含的地区主要为牧场和耕地。在这些地方觅食的奶牛会怎么样呢？喷药地区的牧草不可避免地会以各种形式含有七氯的残留，如果这些残留物被奶牛吞食，毒素就会出现在牛奶中。远在该项目尚未开始之前的1955年，就有实验表明七氯可以直接传输至牛奶中，后来关于狄氏剂也有相同的报告，而这种物质也被用于火蚁项目中。

现在农业部的年刊中称七氯和狄氏剂会使饲料植物不适宜供应给产奶和产肉动物，然而农业部的控制部门发起的项目却计划将七氯和狄氏剂洒在南部大片牧草地。谁能保障消费者在牛奶中看不到狄氏剂或七氯的残留物呢？美国农业部必然会回答称自己已建议农民让奶牛远离喷药区30至90天。鉴于许多农场面积之小而该项目面积之广——大部分药物都由飞机喷洒——让人非常怀疑人们是否遵守了这一建议抑或能否遵守。而根据残留物持久的特性来看，其规定的时间也不够长。

食品和药物管理局虽然对于牛奶中含有残留物的情况非常不满，却没什么发言权。火蚁项目涉及的大部分州立乳制品工厂规模较小，产品没有穿越州际界线。要想维护因为该联邦项目而出现危机的牛奶供应，只能靠各州自己。1959年对阿拉巴马、路易斯安那和得克萨斯卫生官员和相关机构的问询表明，没有进行任何测试，人们并不知道牛奶中是否含有杀虫剂污染物。

同时，在该项目开启之后而非之前，人们对于七氯的特别属性进行了研究。或许更准确的说法应该是，有人查阅了已经发表的研究成果，联邦政府这一迟来的行动起因于这一简单的事实：七氯在动植物组织或在土壤中存在一段时间后，会以毒性更强的环氧七氯的形式出现。而一些研究在几年前就发现了这一事实，该项目一开始的处理方式本应受到这些研究发现的影响。环氧化物通常被称为风干作用产生的“氧化产物”。1952年就知道了这种转化的存在，当时食品和药物管理局发现母鼠摄入百万分之三十的七氯仅仅两周后，体内贮存了百万分之一百六十五的毒性更强的环氧化物。

上述事实于1959年才遮遮掩掩地出现在生物学文献中，当时食品和药物管理局采取了措施，禁止食物中含有七氯及其氧化物的任何残留。这一规定至少暂时阻止了该项目；虽然农业部仍然为其每年向火蚁项目的拨款做宣传，当地农业部门却逐渐不愿意建议农民使用那些会让其作物无法合法售卖的化学物质。

简而言之，农业部在开启该项目时甚至为就即将使用的化学物质的已知信息进行了基本调研——或者就算它调查了，它也无视了种种发现。它一定也没有进行初步研究，判断最少使用多少化学物质就能完成其目标。在大剂量喷药三年后，它突然于1959年将七氯

从每公顷2磅减少至1/4磅；之后又改为每公顷1/2磅，分两次喷洒，每次1/4磅，中间间隔3到6个月。该部的一名官员解释称，“一个积极的方法改进项目”表明较低的浓度会更有效。如果在项目启动之前就能获取这些信息，就能避免大量危害，纳税人也可以节省一大笔开支。

1959年，或许是为了消除对于该项目逐渐增多的不满，农业部提出向得克萨斯的土地所有者免费提供农药，只要他们能够签署一项声明，称联邦、州及当地政府所造成的危害不负责任。同年，阿拉巴马州对这些农药所产生的危害感到担忧及愤怒，因而拒绝再为该项目提供任何资金。该州一位官员将整个项目描述为“草草调研、匆匆上马、计划不周，是一个倚强凌弱、将责任归咎于其他公共和私人机构的典型例子”。尽管缺乏州政府的资金，联邦政府仍不断将资金注入阿拉巴马州，1961年当地立法部门再次被说服为该项目进行小规模拨款。同时，路易斯安那州的农民越来越不愿意签署该项目的协议，因为很明显，为消灭火蚁而使用的化学药物造成那些对甘蔗有害的昆虫大行其道。此外，这个项目显然一事无成。路易斯安那州州立大学昆虫学研究的主任于1962年春天对该项目的凄凉处境进行了精练总结：“截至目前，由联邦机构和州立机构共同发起的‘消灭’外来火蚁的项目全盘失败。现在路易斯安那州受到火蚁侵袭的地方比项目开始时还要多。”

人们似乎开始向更加理智、保守的方法倾斜。佛罗里达州称“现在佛罗里达的火蚁比项目开始时还多”，宣布当地将摒弃任何进行大范围清理项目的想法，而将注意力转向本土的治理方法。

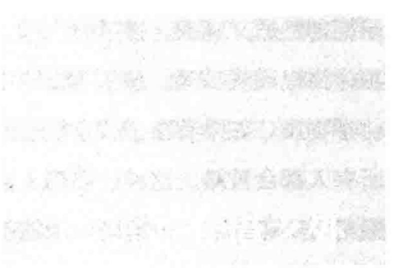
当地的治理方法有效而便宜，已经有多年历史。火蚁有堆积

巢丘的习性，针对单独巢丘进行化学处理是非常简单的。这种处理方法的花费大约为每公顷一美元。如果巢丘数量众多，需要机械化的方法，密西西比农业实验站发明了一种耕田机，能够先将巢丘铲平，再向其中直接喷洒化学物质。这一方法可以实现对火蚁90%到95%的控制。而与之相对，农业部的大型控制项目每公顷费用约为3.5美元——在所有方法中最昂贵、造成最多危害却收效最小。







这个世界不只受到大规模喷药的污染。事实上，对于我们中的大多数人来说，它的危害要小于我们日复一日年复一年暴露于其中的无数小规模污染。如同水滴石穿一般，这种从出生到死亡与危险化学物质的不断接触最终会证明是灾难性的。这些不断重复的暴露，无论多么轻微，都会促进我们体内化学物质的不断堆积，并导致累积性中毒。或许没有人能对这种扩散型的污染免疫，除非他生活在所能想象到的最与世隔绝的环境中。受到花言巧语和各种隐性劝说的哄骗，普通公民很少能意识到他被致命性的材料所包围：他甚至可能完全意识不到他在使用这些物质。

这是一个彻头彻尾的毒药年代，任何人都可能走进商店，没有被问询任何问题，就能买到比医学药品致命性更强的物质，而购买后者他需要在隔壁药店的“有毒药物登记本”上签名。

如果杀虫剂售卖区的上空悬挂着巨大的骷髅旗，消费者最终进入商店时会带着对于致命材料常有的敬畏感。但实际上杀虫剂的展

示柜却舒适又顺眼，摆了好几排，对面就是咸菜和橄榄，旁边则摆着沐浴皂和洗衣皂。孩子不安的小手很容易就能够到玻璃容器里的化学物质。如果有孩子或者粗心的大人把它们打翻在地板上，附近所有人都会被溅上这种让喷药人陷入昏迷的物质。这种危险当然会跟着购买者回家。一罐防蛀虫的药物，以非常细的字体印着警告，说明它是高压填装，如果暴露在高温或明火中则会产生爆炸。氯丹是一种家庭常用的杀虫剂，甚至含有多种厨房用途。然而食品和药物管理局的首席药理学家称居住在喷洒过氯丹的房子里有“非常大的”危险。其他家用杀虫剂甚至包括毒性更强的狄氏剂。

将毒药用于厨房中的方式既吸引人又十分简单。厨房隔板用纸，有的是白色，有的搭配了个人的配色方案设计，可能会浸过杀虫剂，不止一面而是正反两面都浸过。制造商给我们提供了DIY的小册子，告诉我们如何消灭臭虫。只需要按一个按钮那么简单，人们就能将狄氏剂的喷雾送进最难接近的死角里以及橱柜、角柜、脚板的裂缝里。

如果我们因为蚊子、羌螨或是其他害虫感到心烦，我们有无数种选择，可以将洗液、霜或是喷雾喷涂于衣物或皮肤上。虽然有警告说其中一些药剂会溶解漆、颜料以及混合纤维，我们却想当然地认为人类皮肤不会被化学物质渗透。为了确保我们可以随时随地地击退蚊虫，纽约一家专营店推出了一款口袋大小的杀虫剂分装瓶，可以装在钱包中，也可用于海滩上、高尔夫球场中和渔具上。

我们可以用药蜡打磨地板，确保经过其上的任何昆虫都会被杀死。我们可以在衣橱、挂衣袋和办公室的抽屉里挂上浸泡过林丹的绳子，以换来半年不受蛀虫侵扰的自由。广告中却丝毫没有提及

林丹的危险性。有种电子设备会喷出含有林丹的雾气，它的广告也没有类似的警告——我们被告知它性能安全、没有异味。然而事实是，美国医药协会认为林丹喷雾器非常危险，甚至在其杂志内对其广为声讨。

农业部在一期《家庭和花园通讯》中，建议人们将衣物喷上溶于油的DDT、狄氏剂、氯丹或其他几种飞蛾杀虫剂。如果喷药过量导致衣物上由于杀虫剂堆积形成白点，农业部说，用刷子就能刷掉，却忽略了警告人们要注意刷洗的位置和方式。所有这些事实导致，我们结束了和杀虫剂接触的一天，最后睡在一张浸泡了狄氏剂的防虫毯下。

园艺现在和那些超级毒药紧密联系在了一起。每一家五金店、园艺设备商店以及超市都成排陈列着适用于园艺工作各种情形的杀虫剂。那些没有广泛使用这种致命喷雾和粉尘的人被暗指为懈怠者，因为几乎每份报纸的园艺版和大部分园艺杂志都认为杀虫剂的使用是理所应当的。

能够快速致死的有机磷杀虫剂被广泛用于草坪和观赏植物，佛罗里达州健康委员会于1960年认为有必要发布禁令，任何未事先获得许可并达到特定要求的个人均不得在居民区将杀虫剂用于商业用途。在这条规定出台之前，博拉西昂已经造成了许多死亡事件。

然而却很少有人警告园艺工人或是屋主，告知他们正在与非常危险的物质打交道。恰恰相反，不断有新的小物件制造出来，能使这些毒药在草坪和花园中的使用更加便捷。比如说，人们可以给花园里浇水的软管配一个像罐子一样的配件，这样人们在给草坪浇水时，像氯丹和狄氏剂一样极其危险的化学物质就能随水流出。这

种装置不仅会对使用者造成危害，还会给公众带来威胁。《纽约时报》认为有必要在其园艺版上刊发警告，告诉人们除非使用了特殊的保护装置，装在这种装置里的毒药可能会通过虹吸作用进入供水系统。想想这种装置正被大量使用，而很少有人会发出这种警告，就不难明白为什么我们的公共水体遭到了污染。

要想了解园艺工匠本人会发生什么事，我们可以看看一个内科医师的例子，他是一位狂热的业余园艺师，一开始在灌木丛和草坪上使用DDT，后来每周按时使用马拉松。有时他用手持喷雾器来喷洒，有时在他的水管上装一个配件。正因如此，他的皮肤和衣物经常会浸泡在喷雾中。大概一年后，他突然昏倒并住院治疗。通过对脂肪的活体组织切片检查，发现其中累计了百万分之二十三的DDT。他的医生认为出现了永久性的大范围神经损伤。他日渐消瘦，极其容易疲劳，出现了奇怪的肌无力症状，这些正是典型的马拉松中毒症状。这些持久的影响非常严重，这位医师很难再继续从医了。

除了曾经是无害的花园水管外，割草机也被装上了用于喷洒杀虫剂的装置，这种配件能够在人们除草的过程中喷洒出成团的杀虫剂雾气。无论郊区居民选择了何种杀虫剂，它们高度分散的微粒都会和具有潜在危险的汽油废气混合在一起，加剧了周围环境的空气污染，甚至很少有城市能够达到这么高程度的污染，使用者对此却极可能一无所知。

然而却很少有人谈到在花园里使用毒药这一风尚的危害，也没人提及在家里使用杀虫剂的危害；标签上印的警告都很难看到，字体很小，很少有人会不嫌麻烦地阅读并遵守这些警告。一家工业公

司最近进行了一项调查，查明了这么做的人有多少。该公司的调查显示，100个使用杀虫剂气雾剂和喷雾的人中只有不到15人会意识到包装上有这类警告。

郊区人民现在觉得不论付出任何代价，都要清理马唐草。有为了清除草坪上这种受人唾弃的杂草而专门设计的农药，拥有几袋这种农药简直成了身份的象征。从这些除草剂的商品名称中，从来无法看出其成分或性质。人们得在农药袋子上最不显眼的地方阅读那些印得非常细的内容，才能知道里面含有氯丹或者狄氏剂。而在五金店和园艺设备商店里随处可见的描述性文字中，对于操作和使用这种物质会造成的真正危害则只有寥寥几句（如果有的话）。恰恰相反，包装上典型的插图描绘的是合家欢乐的场景，父与子面带微笑，准备向草坪上喷洒这种物质，小孩子和狗一起在草坪上打滚。

人类食物中含有化学物质残留的问题受到了热烈讨论。化学工业要么轻描淡写地称这种残留毫不重要，要么断然否定它们的存在。与此同时，有一种强烈的趋势，要将所有坚决要求食物中没有任何杀虫剂残留的人称为狂热主义者或邪教分子。在这种种争论的迷雾中，真相是什么呢?

医学上已经证明，和常识告诉我们的一样，死于DDT时代降临之前的人们体内没有任何DDT或其他类似物质的痕迹。如同在第三章提到的那样，1954年到1956年间从普通人中收集的身体脂肪样本中平均含有百万分之五点三到百万分之七点四的DDT。有证据表明，从那时起，这一数字不断提高，而由于职业或其他特殊原因暴露在杀虫剂中的个人体内储存的含量甚至更高。

而那些没有明确原因暴露在杀虫剂中的普通人中，可以推断他们脂肪沉积物中贮存的DDT大部分来源于食物。为了检验这一推论的正确性，美国公共健康管理局的一个科研队伍对餐馆和公共食堂的餐食进行取样。样本中的每一顿饭都含有DDT。调查者们由此得出了非常合理的结论：“很少有(如果有的话)食物能够完全不含DDT。”

而餐食中所包含的DDT数量或许非常惊人。在公共卫生管理局进行的另一项研究中，对于监狱饮食的分析显示炖干果这类食物中包含了百万分之六十九点六的DDT，而面包中的含量高达百万分之一百点九！

普通家庭的日常饮食中，肉和任何含有植物脂肪的材料中氯化烃类残留的含量都最高。这是因为此类化学物质可以溶解在脂肪中。水果与蔬菜中的残留会少一些。这些残留物不会被洗掉——唯一的补救措施就是将生菜或洋白菜这类蔬菜外面的所有叶子都去掉，将水果皮剥掉，不要用任何果皮类或外壳类食材。烹饪无法破坏残留物。

牛奶是少数几种被食品和药物管理局规定不允许含有任何农药残留的食物。然而真实情况是，无论在哪次检查中，都会发现残留物的存在。黄油和其他乳制品加工品中的含量最高。1960年对此类产品461份样品进行的检测表明其中三分之一都含有化学残留，食品和药物管理局称这种局面“远不能令人满意”。

为了找到不含有DDT和相关化学物质的饮食，人们似乎只能到那些偏僻原始的土地上去，要放弃文明带来的便利与欢愉。这样的地方似乎还存在，至少还有少量存在于偏远的阿拉斯加北极海岸——不过就算在那儿人们也能看见化学剂正在逼近的阴影。科学

家们对当地爱斯基摩人的饮食进行研究，发现其中不含杀虫剂。新鲜的鱼干；海狸、白鲸、北美驯鹿、北极熊和海象身上获取的脂肪、油脂和肉；蔓越莓、大树莓和野生大黄目前为止都未被污染。只有一个例外——两只来自好望角的白猫头鹰携带了少量的DDT，或许是在其迁徙的路程中摄入的。

而对爱斯基摩人的脂肪样本进行检测后，发现其中含有少量的DDT残留（零到百万分之一点九）。原因很明显。脂肪样本的来源是那些离开了原住地来到安克雷奇的美国公共卫生服务医院就诊的人。在那里流行着文明的生活方式，医院里的饭食也像人口最密集的城市一样含有大量DDT。他们不过在文明中短暂停留了数日，就受到了毒药的污染。

我们吃的每一顿饭都含有氯化烃，这是因为几乎全球各地都用这些毒药喷雾或粉尘处理农作物。如果农民们小心谨慎地遵照标签上的使用说明，那么农药产生的残留物就不会超过食品和药物管理局允许的范围。暂且不谈这些符合法律规定的残留量是否像所说的那么“安全”，一个众所周知的事实是，农民们经常超过规定用量，在接近成熟时仍使用农药，在只使用一种就够了的情况下使用多种杀虫剂，或者以其他方式展示没有阅读那些小字的后果。

即使是化工产业也承认经常有误用杀虫剂的情况，农民们需要这方面的教育。该行业一本主要的行业杂志最近宣称“许多使用者似乎不明白，如果他们的使用超过了推荐剂量，就会超出杀虫剂的许可范围。而且农民们会一时兴起，对许多农作物随意使用杀虫剂”。

食品和药物管理局的资料中有大量这种违规行为的报告，令人

不安。几个例子就可说明人们对于使用说明的忽视：一个种植生菜的农民在即将收货的日子里，对这些蔬菜使用了8种不同的杀虫剂；一个货主在芹菜上使用了毒性极强的博拉西昂，剂量几乎是推荐最高用量的5倍；生菜种植者使用了异狄氏剂（所有氯化烃类物质中毒性最强的），尽管生菜中不允许有任何残留；菠菜在收获前的一周喷洒了DDT。

也有偶然或意外污染的案例。大量用粗麻袋装着的生咖啡在运输过程中受到了污染，因为同一艘船还装着杀虫剂类的货物。仓库中的包装食品不断被喷洒DDT、林丹和其他杀虫剂，它们可能会穿过包装材料，大量出现在里面包含的食物中。食品储存的时间越长，受到污染的危险就越高。

至于这个问题“难道政府不会保护我们远离这种危害吗？”答案是：“范围非常有限。”食品和药物管理局在保护消费者免受农药危害这方面的活动受到了两个问题的严重限制。第一个是它只对州际贸易中运输的食物具有管辖权；在州内生长售卖的食物完全在其权力范围之外，不论危害程度如何。第二点非常严重地限制了其功能：员工中只有少量的检查员——各项工作加起来才不到600人。

根据食品和药物管理局一位官员的说法，进行州际贸易的农产品中只有非常小的一部分——远远小于1%——会经由现有设备的检测，而这一比例太小，都不具有统计学意义。而仅在州内生产和售卖的产品，情况甚至更糟，因为大部分州在此领域的立法都严重不足。食品和药物管理局规定的污染可以存在的最大容许限度（被称为“容许度”）有着明显的缺陷。目前农药如此盛行的情况下，它不过是一纸空文，造成了一种完全不真实的印象，似乎已经建立了

安全阈值，人们也遵守了这一规定。而允许让少量毒药出现在我们的食物中的规定——这一点儿那一点儿——遭到了许多人的质疑，他们的原因很有说服力，食物中的任何毒素都不安全也不应当出现。在设置这一容许度的值时，食品和药物管理局回顾了在实验室动物身上做的测试，并据此设立了最大污染值，这个数值远不能使实验动物产生症状。这一用于确保我们安全的系统却忽略了很多事实。实验室的动物处于高度控制的人工环境中，摄入一定量某种化学物质后，和人类的反应非常不一样，因为人类暴露在各种杀虫剂中，而且其中大部分都不为人知、无法检测也无法控制。比如，午餐沙拉中的生菜有百万分之七的DDT，就算这是安全的，这一餐饭还包含了其他食物，每一种都带有允许范围内的残留物，而我们已经讨论过，食物中的杀虫剂残留不过是其总暴露量的一部分，很可能是很小的一部分。来自许多不同渠道的化学物质不断累积，共同建立了一个总的无法估量的暴露值。因此，单独谈论任何一种化学残留的“安全值”是毫无意义的。

除此之外还有一个问题。有时容许值是在违背食品和药物管理局科学家们做出的正确判断的情况下确立的，如同在之前提到的案例一样，有时这个值是在缺乏该种化学物质的有关知识的基础上确立的。在获取了更多信息后，就会降低或者撤销这一数值，但此时公众已经暴露在这种高剂量的化学物质中几个月或者几年了。曾给七氯定了一个容许值，后来又不得不撤销了。对于某些化学物质而言，在它注册使用之前，并未能进行实际上的野外分析的方法。这一难题极大地阻碍了“蔓越莓农药”业氨基噻唑的分析工作。对于经常用来拌种的一些杀真菌剂也缺乏分析方法，而这些种子

如果在播种季结束时仍然没有种在地里的话，很可能就会成为人们的食物。

那么确立容许值不过是允许用有毒化学物质污染公共食物供给，这样农民和加工者可以从低成本的生产制作中获益，然后还要盘剥消费者让他缴税维持监管机构的运营，这样他就不会摄入致命剂量的毒素。然而要充分地完成这一监管工作，任何立法者都没有勇气给出足够的拨款，因为目前农药的用量和毒性太过惊人。因此，最后不幸的还是消费者，他们交了税，却还要忍受毒药横行。

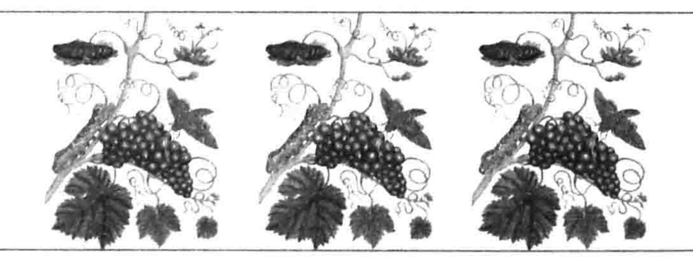
要如何解决呢？首先，最有必要的就是撤销对于氯化烃、有机磷类以及其他高毒性物质的容许值。这一做法会立刻遭到反对，称其会让农民担负无法忍受的重担。但是如果根据目前的目标，他们可以将农药的使用控制在仅留下百万分之七（DDT的容许值）的残留物，或百万分之一（博拉西昂的容许值），甚至百万分之零点一（狄氏剂的容许值），那么为什么不能再多用点心，防止任何残留物的出现呢？事实上，某些农作物对于七氯、异狄氏剂和狄氏剂的使用就是这么要求的。如果在这些情况下是可以实现的，为什么不能推而广之呢？

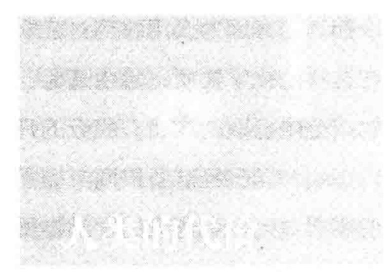
但这不是完整的或最终的解决方案，因为在纸上写上零容许值没有意义。目前来看，超过99%的州际货物流通都在没有检查的情况下流入市场。因此还迫切需要食品和药物管理局能保持警惕、锐意进取，并且大幅扩充其检查员队伍。

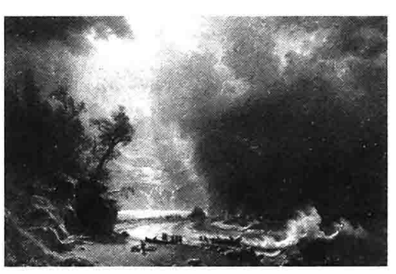
然而，这一系统——先有意毒化了我们的食物，然后对结果进行监管——使人不得不想起路易斯·卡罗尔的白衣骑士，他想到了一个计划“把胡子染绿，然后总是拿着个大扇子这样别人就看不到

了”。终极答案是使用毒性较弱的农药，这样因为误用农药对公众造成的危害就会大幅降低。已经存在这样的化学物质：除虫菊酯、鱼藤酮、鱼尼丁还有其他一些从植物成分中提取的物质。最近的开发除了有除虫菊酯的合成替代品，一些生产国已经准备按照市场需求扩大农产品的输出了。同时也迫切需要对市场上售卖的化学物质的性质进行公共教育。普通购买者被现在各式各样的杀虫剂、杀菌剂、除草剂弄得手足无措，完全没办法知道哪些是致命的，哪些则相对安全。

除了做出改变，生产危险性较低的农药外，我们还应该不断探索不用药物的方法。在农业上使用对于某种昆虫具有高致病性的细菌而引发昆虫疾病的方法，已经在加利福尼亚进行了试用，现在正在对此方法进行更广泛的实验。还有其他不会在食物中留下残留的方法都能够有效控制昆虫。只有当人类大范围使用此类方法时，我们才能从现在这种情况中得到些许安慰，而这种情况按照任何常识性标准来看，都是无法容忍的。目前来看，我们所处的地位比波吉亚家族的客人们好不了多少。







化学药物的生产源于工业时代，现在其浪潮已经淹没了我们的环境，极为严重的公共卫生问题给我们的环境带来了剧烈变化。就在昨天，人类还因为天花、霍乱和席卷全国的瘟疫而担惊受怕。现在我们的主要问题已经不再是这些曾经无处不在的病原体了。卫生条件和居住条件的提高，以及新型药物的出现使得我们能够更有效地控制这些传染性疾病，今天我们担心有一种新的危险隐藏在环境中——现代生活方式的发展，是我们自己引发了这种危险。

新的环境健康问题有很多：各种形式的辐射问题，源源不断的化学物质（杀虫剂只是其中一部分）滋生的问题，这些化学物质在我们生活的世界里横行，以单独或共同作用的方式对我们产生直接或间接的影响。它们的存在给我们的世界笼罩上一层阴影，这层阴影缥缈朦胧，却并未因此而改变其不祥的本质；虽然很难推断如果人的一生都暴露在这些不属于人体生理体验的化学与物理介质中时，会产生什么效果，但这阴影仍然让人觉得害怕。

“我们都生活在萦绕于心头的恐惧中，害怕环境被破坏至一定程度时，人类会和恐龙一样变成被淘汰的生命形式，”美国公共卫生管理局的戴维·普莱斯博士说，“而知道我们的命运在症状出现二十多年前就已经被封印了，这一事实让人更加心烦。”

杀虫剂在环境性疾病中处于什么位置呢？我们已经知道它们会污染土壤、水源和食物，它们能使我们的溪流没有鱼类的踪影，让我们的花园和树林没有鸟儿的歌唱。人类，无论他多么用力地假装，都无法改变自己是自然的一部分这一事实。他又如何能逃脱这一遍布全世界的污染呢？

我们知道哪怕只暴露在这些化学物质中一次，如果剂量足够大的话，都能导致急性中毒。但这不是主要问题。农民、喷药作业者、飞行员和其他暴露在大量杀虫剂中的人身上发生的突然患病和死亡事件非常不幸，不应该再度发生。而对于所有人来说，我们更应该加倍警惕摄入少量杀虫剂之后带来的延迟效果，因为这些杀虫剂已经在无形中污染了整个世界。

负责任的公共卫生官员曾经指出，化学物质对生物的影响会随着时间进行累积，它们对于个体的危害取决于其一生中摄入的总剂量。而正因如此，人们很容易无视这种危险。人类本性如此，会无视这些现在看来并不明确的危险，哪怕它们会在将来引发灾难。“人类通常对有明显表现的疾病印象最深”，一位明智的医生雷恩·杜博思这样说，“然而却有一些最危险的敌人在不知不觉中逼近。”

我们每个人都和密歇根的知更鸟和米拉米奇的鲑鱼一样，面临的问题是生态问题、相互关联以及相互依存的问题。我们毒害了溪流中的石蛾，鲑鱼就会减少、死亡。我们毒害了湖里的蠓虫，毒素

就沿着食物链一环一环地传播，最终受害的是湖边的鸟儿。我们向榆树喷药，第二年春天就无法听到知更鸟的歌唱，并非因为我们直接用喷雾杀死了它们，而是因为毒药一步一步地沿着现在人们熟知的榆树叶—蚯蚓—知更鸟的循环扩散。这些事实都有案可查，它们能观察得到，是我们周围可以看到的世界的一部分。它们映射出科学家称之为生态的生命之网的存在，或许可以称之为死亡之网。

然而我们的体内也有一个生态世界。在这个看不见的世界里，微小的物质可能会引起巨大的后果；而这种后果通常都看似和原因毫无关系，它们会出现的位置和原始受损的区域相距甚远。“一个点，甚至一个分子的改变都可能会在整个系统产生回响，导致看似毫无相关的器官和组织出现变化”，最近总结医学研究现状的一篇文章如是说道。人们研究人体神秘而精妙的功能时，会发现因果关系从不简单，也从不轻易显现。它们或许在时间和空间上都相隔甚远。为了查明疾病和死亡发生的原因，需要在不同领域进行广泛的研究，将病人身上许多看似毫无关系、各不相同的事实拼凑起来。

我们习惯于寻找最明显最直接的结果，却忽略了其他影响。除非危害立刻以不容忽视的形式显现出来，我们都会否认危害的存在。即使是研究人员也缺乏合理的手段在症状出现前就能检测到受到损害的地方，这是医学中亟待解决的一个问题。

“但是”，会有人反驳，“我对草坪喷过好多次狄氏剂，但我从来未像世界卫生组织说的喷药工人那样出现抽搐——所以这没有危害到我。”但事实并非如此简单。尽管未突然出现明显的症状，然而，任何经受过此类物质的人毫无疑问地都在体内累积着有毒物质。我们已经知道，氯化烃的存储是从最小的摄入量开始不断累积

的。有毒物质会停留在人体内所有的脂肪组织中。当需要动用这些脂肪储备的时候，毒性可能会迅速发作。新西兰的一本医学杂志最近刊登了一则案例。一名因为肥胖接受治疗的男子突然出现了中毒症状。对其脂肪进行检测后发现其中含有狄氏剂，在他减肥的过程中被调动起来。同样的事情也会发生在因为生病而消瘦的人身上。

另一方面，毒素堆积的结果非常不明显。几年前，美国医学协会的《学报》严重警告人们要当心储存在脂肪组织中的杀虫剂的危害，该杂志指出，不断累积的药物和化学物质比那些不会存贮在组织中的物质需要更多的关注。它警告称，脂肪组织不只储存脂肪（脂肪约占身体总重量的18%），而且有许多重要功能，这些功能可能会被储存其中的毒药破坏。此外，脂肪在身体各处器官和组织中的分布非常广泛，甚至是细胞膜的组成部分，因此要认识到，这些溶于脂肪的杀虫剂会储存在各个细胞中，它们可以破坏人体最重要也必不可少的氧化和产生能量的功能。这一点非常重要，我们会在下一章继续讨论。

氯化烃杀虫剂最值得人注意的一点是它们对于肝脏的影响。在人体所有器官中，肝是最特别的。它有各种不可或缺的功能，在这一点上，无出其右。肝脏掌管着许多重要活动，因此哪怕对其产生一丁点危害也会引起严重的后果。它不但为脂肪的消化提供胆汁，还有一个特殊的循环路径在肝脏处汇合，因此肝脏能够直接得到消化道的血液，并且深入参与所有主要食物的新陈代谢过程。它以糖原的形式储存糖分，并且按照严格控制的数量释放葡萄糖，以确保血液中糖分的含量保持在稳定的水平。它制造了身体的蛋白质，包括血浆中一些和凝血有关的重要元素。它将血浆中的胆固醇稳定在

适当的水平，并在雄/雌性激素过多时阻止它们的活动。它还是许多种维生素的仓库，其中很多又会帮助肝脏本身的功能运行。

如果肝脏无法正常运转，人体就会被解除武装——面对各种不断入侵的毒素毫无防御。其中一些毒素是正常新陈代谢的副产品，肝脏通过卸下其中的氮，迅速而有效地解除了它的毒性。那些非人体自有的毒素也可以被肝脏解除毒性。

所谓“无害的”杀虫剂马拉松和甲氧氯比它们的亲戚们毒性要低，原因正是因为肝脏中有一种酶可以对其进行处理，改变它们的分子，减轻它们产生危害的能力。以相似的方法，肝脏可以应付我们接触的大部分有毒物质。

我们面对入侵毒素和内部毒素的防线现在被削弱了，正摇摇欲坠。受到杀虫剂损害的肝脏不但不能保护我们不受毒素侵害，它的各类活动都可能受到干预。由此带来的后果有着深远影响，而且由于这些后果种类繁多且不能立即显现，人们无法查找其出现的真正原因。

和全世界都广泛使用杀虫剂这类肝脏毒药有关，肝炎的急剧增多很值得人们关注。这一情况始于20世纪50年代，并呈现波动式上升。据说肝硬化的案例也增多了。不可否认的是，要想在人身上“证明”原因A导致了结果B比在实验室的动物身上难得多，然而简单的常识表明，肝脏疾病的大量增多和环境中肝脏毒药的肆虐保持一致，这绝非巧合。不管氯化烃类物质是不是主要原因，在这种情况下把自己暴露在已经证明能够造成肝脏损伤的毒素中，不是明智之举，因为这样会使它更加难以抵御疾病的侵袭。

这两种主要的杀虫剂类型——氯化烃和有机磷，都会对神经系

统产生直接影响，虽然方式各有不同。大量动物实验以及对于人类主体的观察都证实了这一点。DDT是第一种广为使用的新型有机杀虫剂，它主要作用于人类的中枢神经系统；小脑和处于更高位置的运动皮层被认为是其主要供给区域。根据毒理学标准教材的说法，暴露于一定数量的DDT中之后，会出现刺痛、灼烧、瘙痒等异常感觉，同时会出现颤抖甚至抽搐的症状。

我们第一次知道DDT急性中毒的症状来源于几名英国调查者的发现，他们专门将自己暴露在DDT中以查明结果如何。英国皇家海军生理学实验室的两名科学家通过直接接触含有DDT的墙面而摄入DDT，墙面上覆盖了含有2%DDT的水溶性油漆，油漆上方又覆盖了一层油性薄膜。从他们对自己症状的详细描述中，可以看到DDT对神经系统的直接作用："真实地感受到了疲惫、笨拙以及四肢的疼痛，精神状态也非常压抑……非常容易发怒……对于任何工作都极不耐烦……感觉无法处理最简单的脑力工作。有时几种痛苦一起发作，非常凶猛。"

还有一位英国实验者将DDT的丙酮溶液用在自己的皮肤上，称自己有沉重感，四肢疼痛，肌肉无力，并且出现了"神经极度紧张的痉挛"。他度了个假，情况有所好转，但一开始工作，情况就又恶化了。然后他又卧床三周，因为不断感受到四肢的疼痛、失眠、神经紧张以及急性焦虑而异常痛苦。颤动间或席卷全身——就是那些因为DDT中毒的鸟类身上非常常见的颤动。该实验使得他缺席了十周的工作，而当年年底英国一本医学杂志报道这一案例时，他还没有痊愈。（除了这一证据，美国有几位研究者在志愿者身上展开了DDT实验，他们认为志愿者抱怨头疼和"每一块骨头都疼""显

然是由于神经病症的原因”。)

现在记录在册的许多案例，其症状和整个发病过程都将杀虫剂指认为罪魁祸首。典型情况下，患者有暴露在某种杀虫剂中的经历，对其治疗包括使其生活在没有任何杀虫剂的环境中，症状会因此减弱，但一旦与这些讨人厌的化学物质重新接触，病情就会大幅度复发。这种证据——这就足够了——构成了许多其他疾病的药学疗法的基础。这一证据没有理由不能起到警告作用，警告我们明明知道有风险却仍然让周围环境被杀虫剂所浸透是多么不明智的行为。

为什么不是所有处理过使用过杀虫剂的人都会有相同症状呢?这里就涉及个体敏感性的问题。有证据表明女性比男性、小孩比成年人、长期在室内久坐的人比生活艰难或时常进行户外运动的人更容易受到疾病影响。为什么有人会对灰尘或花粉过敏，为什么会对某种毒素敏感，或者为什么会容易受到这种传染而不是另外一种，这些目前仍然是医学难题，没有合理的解释。然而这一问题确实存在，并且影响了大量人群。一些医生估计他们的病人中有至少三分之一的人会有某种形式的敏感，而这一数字还在上升。不幸的是，以前不敏感的人可能会突然变敏感。事实上，一些医学人士认为断断续续地暴露在化学物质中会造成这类敏感。如果这种说法是正确的，那就可以解释为什么那些因为职业原因持续暴露在化学物质中的人却很少有中毒的反应。原因是他们在与化学物质不断接触的过程中，这些人变得麻木了——如同过敏专科医生重复给病人小剂量注射过敏原而降低其敏感性一样。

农药中毒的问题非常复杂，因为人类不像实验室动物一样生活在被严格控制的环境中，他们从来都不曾单独暴露在某一种化学

物质中。在不同类型的杀虫剂之间，杀虫剂和其他化学物质之间，都有很大的可能会进行相互作用。这些互不相关的化学物质进入土壤、水源或是人类血液中时，它们不会相互隔离；有神秘的变化在悄悄发生，一种物质会改变另外一种物质的危害。

虽然两种主要的杀虫剂类型的作用机理被认为完全不同，但二者之间也有相互作用。有机磷会损害保护神经的胆碱酯酶，如果有机体事先被暴露在氯化烃中而损伤了肝脏，有机磷的危害就会更强。这是因为，肝功能受损之后，胆碱酯酶的浓度就下跌至正常水平以下。再加上有机磷的抑制作用，可能就会引发急性症状。我们已经知道，有机磷两两相遇会相互作用，结果将其毒性提高百倍。有机磷还会和其他各类药物或者合成材料、食品添加剂相互作用——谁又知道会不会和无处不在的各种人造物质相互作用呢？

一种本来无害的化学物质在与其他物质相互作用后，可能会出现天翻地覆的改变；其中DDT的近亲甲氧氯很能说明这一问题。（事实上，甲氧氯并不如人们通常认为的那样完全没有危险的成分，因为最近的动物实验表明它会对子宫造成危害，会抑制某些重要的脑垂体激素发挥作用，这也再次提醒了我们这些化学物质会对生物产生巨大的影响。其他研究也表明甲氧氯或许会损害肾脏。）因为在单独使用时，甲氧氯不会大量堆积，我们就被告知这是种安全的物质。然而这未必是正确的。如果肝脏因为其他物质受损，甲氧氯就会大量储存在体内，含量约为其正常储存量的一百倍，会像DDT一样对神经系统产生长期影响。而只要肝脏受到一丁点、微不可见的损害，就会引发甲氧氯的这种危害。很多司空见惯的情形——使用另外一种杀虫剂，使用了含有四氯化碳的清洗液，服

用了一片所谓的镇静药物（虽不是全部，但大部分都属于氯化烃物质，会造成肝脏损伤）——都会引发上述情况。

神经系统受损并不仅限于急性中毒，暴露在毒素中可能产生迟发作用。甲氧氯和其他物质都有损害大脑和神经的记录。狄氏剂除了会产生立竿见影的后果，还会导致迟发性危害，包括“失忆、失眠以及做噩梦乃至狂躁症”。医学发现表明，氯丹会大量储存在脑部以及功能性肝脏组织中，会造成“中枢神经系统受到重大而长期的危害”。然而这种化学物质（六氯化苯的一种形式）却被大量盛装在喷雾器中，以雾气的形式喷洒在家庭、办公室和餐馆中。

通常被认为只会导致急性中毒、表现较为激烈的有机磷，也能够对神经组织产生持续的物理危害，而且根据最新的发现，它们还会引发精神障碍类疾病。许多案例都是因为使用了其中一种杀虫剂之后一段时间出现了麻痹症状。20世纪30年代禁酒令时期在美国发生了一件匪夷所思的事，或许这意味着不幸的事即将发生。这一事件并非由杀虫剂造成的，而是由和有机磷杀虫剂在化学性质上属于同一群组的物质引发的。在那段时间，一些医疗药品被暂时征用，作为酒精的替代品而不用受到禁制令的管束。其中一种物质是牙买加姜汁酒。然而美国药典的产品非常昂贵，私酒贩子就产生了制造一种替代品的想法。他们非常成功，这一假冒伪劣产品通过了相应的化学测试，欺骗了政府的药剂师。为了让这种假冒姜水有强烈的味道，他们加入了一种称为三元甲苯基磷的物质。这种物质像博拉西昂和相关化学物质一样，会毁掉保护性的胆碱酯酶。由于喝了私酒贩子的产品，大约有15000人的腿部肌肉出现了永久性受损，现在将这一症状称为“姜酒瘫痪”。除了瘫痪症状，神经鞘会遭到破

坏，脊髓前角细胞会出现退化。

我们已经知道，在大约20年之后，其他各种磷脂酸也被当作杀虫剂使用，不久之后和姜酒瘫痪事件类似的案例开始出现。德国有一个温室工人使用博拉西昂后，偶尔会出现较为平和的中毒症状，几个月之后就出现了麻痹症。还有三个化学工厂的工人在暴露在同属于磷脂酸类的其他杀虫剂中后，出现了急性中毒的症状。经过治疗他们康复了，但十天之后，其中两人出现了腿部肌肉无力的症状。其中一人的症状持续了10个月，另外一位患者是一名年轻的女性药剂师，她的情况更为严重，双腿瘫痪，手部和臂膀处也出现了麻痹症状。两年后一本医学杂志对其案例进行了报道，那时她仍然无法走路。

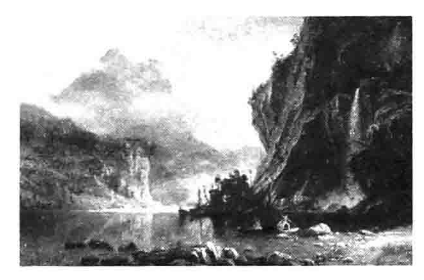
这些案例中的杀虫剂已经撤出了市场，但现在仍在使用的一些杀虫剂可能会有类似的危害。马拉松（园艺工人的最爱）在对鸡进行实验时引发了严重的肌无力症状，还伴随着坐骨神经鞘和脊神经鞘的损伤（和姜酒麻痹案例一样）。

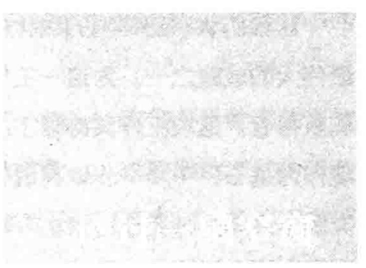
磷酸酯中毒的患者，即使存活了下来，可能还会出现恶化。鉴于它们对神经系统造成的严重影响，这些杀虫剂最终几乎一定会导致精神疾病。今日墨尔本大学和墨尔本亨利王子医院的调查者也证实了这一观点，它们对16例精神疾病案例做出了报告。全部患者都有长期暴露于有机磷杀虫剂中的历史。3人是检查喷雾功效的科学家，8人在温室中工作，还有5人是农场工人。他们的症状包括记忆损伤、精神分裂以及抑郁症等。在被这些化学物质倒打一耙并最终击倒之前，所有人都曾在普通医院诊疗过。

据我们所知，与之类似的事件广泛分布在医疗文献中，有时

涉及氯化烃类物质，有时则和磷酸酯有关。混淆、妄想、失忆、狂躁——为了暂时性地摧毁几种昆虫，而不得不付出高昂的代价，而只要我们继续使用这种会直接攻击神经系统的化学物质，就要继续付出这一代价。







生物学家乔治·瓦尔德曾经将其在一个非常细化的领域——眼睛的视觉色素——中所做的工作比作“一扇窄窗，从远处向窗外看，人们只能看到一丝光亮。离得越来越近时，视野就会越来越开阔，直到最后，透过这同一扇窄窗，人们可以看到整个世界”。

所以我们要集中全部精力，一开始瞄准体内的各个细胞，然后瞄准细胞内的精妙结构，最后瞄准这些结构中各个分子做出的终极反应，只有这么做时，我们才能明白入侵我们内部环境的外来化学物质会造成多么严重而深远的影响。

医学研究最近才涉及单个细胞进行能量制造的功能，这对于生命来说是不可或缺的。身体独特的能量制造机制不仅是健康的基础，更是生命的基础；它的重要性甚至能超过最重要的器官，因为如果无法顺利进行氧化作用，有效产生能量，机体的任何功能都无法实现。然而用于消灭昆虫、啮齿动物以及杂草的许多化学物质都会直接攻击这一系统，扰乱其奇妙的作用机制。

让我们认识到细胞的氧化作用的研究是生物和生物化学历史上最伟大的成就之一。为这一工作做出贡献的人员中包括许多诺贝尔奖获得者。这项工作共持续了四分之一个世纪，人们利用更早的发现作为基石，一步一步地完成了这项研究。直到最近十年，该项研究的不同碎片才完整地拼在一起，这样和生物氧化有关的知识才成为常识为生物学家所知悉。但更重要的一点是，那些在1950年以前接受医学培训的医务工作者却很少有机会能够了解这一过程的重要性，了解阻碍这一过程会带来的危害。

制造能量的最后一步不是由某一个器官完成的，而是由身体内的每个细胞。活细胞就像一团火焰，燃烧燃料来创造生命赖以依存的能量。这一比喻过于诗意而欠缺精准，因为人体的正常温度就能为细胞提供其“燃烧”所需要的热量。然而正是这数十亿温柔燃烧的小火苗点亮了生命的能量。如果它们停止燃烧，“心脏就无法跳动，植物无法克服地心引力向上生长，变形虫无法游弋，感觉无法沿着神经快速传递，人类的大脑无法再有任何灵感的火花”，化学家尤金·拉比诺维奇这样说。

物质向能量转化的过程在细胞中不断流动，这是自然界更新的一种循环，好似车轮在不停转动。一粒粮食接着一粒，一个细胞接着一个，碳水化合物以葡萄糖的形式作为燃料填充在这个轮子中；在其循环的过程中，这种燃料的分子被打散，并经历了一系列微小的化学变化。这些变化进行有序，一步接一步，每一步都由一种具有专门作用的酶来引导和控制，这种酶只做这一件事而没有其他任务。能量制造过程中的每一步都会排出生产废物（二氧化碳和水），经过改造的燃料分子继续传递至下一阶段。当不断旋转的车

轮完成了整个循环，燃料分子会被分解，以便和新进入的分子结合，开启新一轮的循环。

在这一过程中，细胞像化学工厂一样，这可谓是生物界的奇迹之一。而其中起作用的每一部分都非常微小，这更增添了其传奇色彩。细胞本身非常微小，只能在显微镜下才能观察到，几乎没有例外。然而氧化作用更为精彩之处在于，它是在一个还要小得多的场所里完成的，在细胞里被称为线粒体的细小颗粒里。虽然60多年前人们就知道线粒体的存在，却一直认为它们不过是细胞的组成成分，功能不明确或许也不重要。直到20世纪50年代，对于它们的研究才收获了激动人心的成果；它们突然受到了极大的关注，五年之内仅仅在这一领域就撰写了1000篇论文。

人们解释了线粒体的奥秘，这一成就再次显示了人类的无限巧思与坚持不懈的毅力。想想看，这种颗粒如此微小，放在300倍的显微镜下才能勉强看到。再想想看，需要多么高超的技巧才能分离、剖开这种颗粒并分析其成分，确定它极其复杂的功能。然而在电子显微镜和生化学家高超技术的帮助下，这一切都得以实现。

现在我们知道，线粒体是一小包各种不同酶的组合，其中包括进行氧化循环需要的酶，这些酶按照顺序精确地排列在细胞壁和各个分区中。线粒体是“能量站”，大多数制造能量的反应都出现在这里。氧化作用最初的步骤是在细胞质里完成的，接着燃料分子就被传输至线粒体中。氧化作用在这里完成，大量的能量在这里释放出去。

如果不是这个至关重要的结果，线粒体内氧化作用不断转动的轮子就没什么意义了。氧化循环每一阶段所制造的能量以生化学家

经常提到的ATP（三磷酸腺苷）的形式存在，是一种含有三个磷酸基的分子。ATP在能量制造过程中的作用在于它可以将其中一组磷酸基传递给其他物质， 在此过程中电子高速上下穿梭，产生了能量。因此在肌肉细胞中，当终端磷酸基被传递给收缩的肌肉时，就获得了收缩的能量。这样就出现了另外一个循环——循环内的一个循环：ATP分子放弃了其中一组磷酸基，只保留了两组，变成了二磷酸盐分子，ADP。随着车轮继续转动，另外一组磷酸基又会被联结进来，于是强有力的ATP又得以恢复。这就如同蓄电池一般：ATP是蓄满电的电池，ADP则是未蓄电的电池。

ATP是能量的通用货币——从细菌到人体，在任何组织中都可以找到它的存在。它为肌肉细胞提供机械能，为神经细胞提供电能。精子细胞、即将爆发大量活动以转换成青蛙小鸟或是人类婴儿的受精卵、分泌激素的细胞都需要由ATP提供能量。ATP的能量中有一部分被线粒体使用，但大多数都立刻进入细胞中，为其他各项活动提供能量。某些细胞中线粒体的位置就足以说明其功能，因为它们的位置恰好使得能量可以准确传输至需要的地方。在肌肉细胞中，它们簇拥在收缩纤维附近；在神经细胞中，它们位于和其他细胞的结合点，可以为脉冲的传递提供能量；在精子细胞中，它们集中在尾部与头部衔接的地方。

电池的充电过程，也就是ADP和自由磷酸基结合还原成ATP的过程，和氧化过程相结合；这一紧密的联系被称为偶联磷酸化。如果这一结合分开了，就无法提供有用的能量。呼吸作用仍在继续，却无法产生能量。细胞像一个空转的马达，散发热量却无法产生动力。这时肌肉则无法收缩，脉冲也无法沿着神经通路传递。精子无

法到达终点；受精卵无法完成它的复杂分化和苦心经营。对于所有有机体而言，无论是胚胎还是已经成熟，解耦的结果都是灾难性的：假以时日，它会造成组织甚至整个有机体的死亡。

解耦是如何发生的呢？辐射是一种解耦剂，而有人认为，暴露在辐射中的细胞的死亡就是以这种方式发生的。不幸的是，许多化学物质都有将氧化作用和能量生产分开的能力，杀虫剂和除草剂则是个中翘楚。我们已经知道，酚类会对新陈代谢产生强烈影响，可能会引起体温上升，出现致命后果；这就是由于解耦造成了马达空转的效果。二硝基酚和五氯苯酚就是其中两种被广泛作为除草剂使用的例子。除草剂中另外一个解耦剂是2,4-D。所有氯化烃类物质中，DDT已被证明为解耦剂，而之后的研究可能会发现还有其他同类物质。

然而解耦剂并非唯一能够扑灭数十亿细胞中小火苗的物质。我们已经知道，氧化作用的每一步都由一种特定的酶指导和压制。这些酶——哪怕只是其中一种——遭到了破坏或被削弱了，细胞内的氧化循环就会受阻。无论哪种酶受阻，结果都是一样的。氧化过程的循环就像转动轮子，如果我们在轮子的轮辐中插入撬棍，不管插到什么部位都是一样的，轮子会停止转动。同样的，如果我们破坏了其中一种酶，无论它在循环中起什么作用，氧化都会停止。这样就无法继续产生能量，最后导致的结果和解耦无异。

平常使用的任何一种杀虫剂都会像撬棍一样，破坏氧化循环的轮子。DDT、甲氧氯、马拉松、硫代二苯胺还有其他各种各样的杀虫剂都被发现会抑制氧化循环中的一种或几种酶。这样，它们就可以阻碍产生能量的整个过程，使得细胞没有氧气可用。这种损伤会

导致极其严重的后果，在这里提到的只是少数。

实验人员仅仅通过有系统地阻碍氧气的进入，就把正常细胞转变成了癌细胞，我们将在下章谈到这点。对于动物正在发育的胚胎进行的实验也表明，剥夺细胞的氧气会带来其他强烈的后果。如果没有足够的氧气，组织生长和器官发育的有序过程就会被干扰；会出现畸形和其他异常情况。由此可以推断，人类胚胎在缺少氧气的情况下也可能出现先天性畸形。

有迹象表明，这类灾祸有上升的趋势，虽然很少有研究看得足够长远，找出了个中缘由。当时还有一个更加令人不悦的预兆，人口统计办公室于1961年就先天性畸形的问题在全国进行了专门统计，并解释说，统计结果可以就先天性畸形的发病率和它们出现的原因提供必要的事实。这类研究显然会将大部分矛头指向辐射带来的危害，但一定不能忽视有许多化学物质会造成辐射一样的后果。人口统计办公室进行了无情的预测：遍布于我们外部和内部环境中的化学物质一定会引起未来儿童的各类缺陷和畸形。

情况很有可能是，生殖作用衰退的一些情况很可能和生物氧化作用受阻并导致ATP的消耗有关，而ATP是人体非常重要的蓄电池。卵子在受精之前，也需要ATP的慷慨供给，为之后要付出的巨大努力做好准备，一旦精子进入卵子完成受精，就需要消耗巨大的能量。而精子细胞能否抵达并穿透卵细胞则取决于ATP是否为其本身提供了足够的能量，这些ATP产生于聚集在细胞颈部的线粒体中。受精作用一旦完成，就开始出现细胞分裂，ATP的能量供应将对胚胎的发育成形过程起决定性作用。胚胎学家对于最易获得的青蛙卵和海胆卵进行了研究，发现如果ATP的含量降到了关键值以

下，受精卵的分裂就会停止，不久后就会死去。

从胚胎实验室到苹果树之间并非毫无关系，苹果树上知更鸟守着一窝蓝绿色的鸟蛋；但这些蛋冷冰冰地躺在那里，燃烧了几天的生命之火现在已经熄灭了；佛罗里达的松树也一样，树顶上的一大堆细枝和木棍按照规则杂堆成的鸟窝里盛着三个大白蛋，冰冷没有生气。为什么孵不出知更鸟和小鹰呢？鸟蛋是不是和实验室的青蛙一样，它们停止了发育仅仅因为缺乏足够的能量货币——ATP分子——来完成发育过程呢？而之所以缺乏ATP是否因为父母的体内和鸟蛋中储存了过量的杀虫剂，使得氧化作用的轮子无法旋转因而无法供应能量了呢？

没必要猜测鸟蛋中储存了多少杀虫剂，它们和哺乳动物的卵细胞相比，更加容易被观察到。无论是在实验室还是在野外，只要鸟儿曾经暴露在这些化学物质中，在它们体内都能发现大量的DDT以及其他烃类残留。而且浓度非常高。加利福尼亚的一次实验发现野鸡蛋中DDT的浓度高达百万分之三百四十九。在密歇根，检查被DDT毒死的知更鸟，从其输卵管中取出的卵子中DDT的浓度高达百万分之二百。还从一些因为鸟妈妈被毒药困住了而无人照料的知更鸟窝里取出的鸟蛋里也含有DDT。因为周围农场使用狄氏剂而中毒的鸡把化学物质传递到了蛋里；在其饮食中加入DDT的实验用母鸡产下的蛋中，DDT的浓度高达百万分之六十五。

既然DDT和其他（或许全部）氯化烃物质可以通过抑制某种酶的活性或经由解耦机制破坏产生能量的循环，就很难想象任何一个含有药物残留的蛋如何能够完成其复杂的发育过程：无数次的细胞分裂、组织和器官的发育、将重要物质综合并最终创造出新生命。

所有的活动都需要大量的能量——新陈代谢不断旋转的车轮就可以生产出这一小包一小包的ATP。

没有理由认为这些灾难性的事件仅仅局限于鸟类。ATP是通用的能量货币，而产生ATP的新陈代谢循环在鸟类和细菌中、人和老鼠中都是一样。任何物种生殖细胞中储存有杀虫剂的事实都应该让我们感到不安，因为它们在人类身上也有同样的作用。

有迹象表明，化学物质既会在生殖细胞中留存，也会在产生生殖细胞的组织中留存。在许多鸟类和哺乳动物的性器官中都发现了杀虫剂的堆积——实验条件下的野鸡、老鼠和豚鼠，为治理榆树病喷洒农药的地方的知更鸟，为治理云山卷叶蛾而喷药的西部林区中漫步的鹿。其中一只知更鸟睾丸内DDT的浓度比身体其他部位要高。野鸡睾丸中累积的农药浓度高达百万分之一千五。

或许正是由于性器官中储存有大量农药，实验中的哺乳动物出现了睾丸萎缩的现象。暴露在甲氧氯中的幼鼠睾丸尤其小。小公鸡喂了DDT之后，睾丸只有平常大小的18%；而需要睾丸激素才能发育的睾丸和鸡脯，也只有正常大小的三分之一。

精子本身也因为ATP的不足而大受影响。实验表明公牛精子的活性会因为二硝基酚而下降，二硝基酚会介入能量耦合机制从而不可避免地产生能量损失。如果对其他化学物质进行检测的话，很可能也是同样的结果。一些医学报告称喷洒DDT的飞行员中有少精液症（分泌精子能力的下降）的情形，说明在人类身上也可能有同样的结果。

对于人类总体来说，我们的基因遗传比单个的生命有价值得

多，这是我们与过去以及未来之间的联系。经过了数万年的时间，我们的基因才得以成形，它不仅把我们塑造成现在的样子，在它们微小的存在中还承载着未来——不管这是种承诺还是威胁。然而人造物造成的基因恶化是我们这个时代的威胁，“是对人类文明带来的最后也是最严重的危险”。

又一次地，不可避免地要拿化学物质和辐射相对比，它们之间有着明确的相似性。

被辐射侵袭的活细胞会经受各种损伤：它正常分裂的能力遭到了破坏，它的染色体会发生结构变化，而基因这一遗传物质的媒介物，则会出现突然的变化被称为基因突变，这样下一代身上就会出现新的特性。如果是极易受到影响的细胞，那就会当场死亡；或者会经过许多年的时间，最终变成恶性细胞。

辐射造成的这些后果在实验室研究中都得到了复制，行为主体是一大群被称为逆辐射或类放射性的化学物质。其中许多都被用作农药——既有除草剂也有杀虫剂——它们可以破坏染色体，妨碍正常的细胞分裂或者引起基因突变。对遗传物质造成的这类损伤会使暴露其中的个体患病，也可能在子孙后代身上造成影响。

几十年前，还没有人知道辐射以及化学物质的影响。那时候，原子还没有被分裂，那种和辐射有着类似影响的化学物质还没有在药剂师的试管中构思出来。之后在1927年，得克萨斯一所大学的一名动物学教授H·J·穆勒博士发现如果将有机体置于X射线中，下一代就会出现基因突变。穆勒的发现为科学和医疗研究打开了一片广阔的新天地。穆勒后来因为此成就获得了诺贝尔医学奖，而很快这个世界就被灰蒙蒙的原子尘笼罩，即使是非科学界人士也了解了

辐射会带来什么结果。

爱丁堡大学的夏洛特·奥尔巴赫和威廉·罗布森于20世纪40年代初也有类似的发现，虽然受到的关注要少得多。他们发现芥子气可以使染色体出现永久性的异常，而这种变化和辐射造成的结果无法区分开。和穆勒在最初的X射线实验中一样，他们对果蝇进行了测试，发现芥子气也能使果蝇发生基因突变。第一种化学物质突变原就这样被发现了。

现在还有一长串化学物质都和芥子气一样被确立为突变原，它们可以改变动植物的遗传物质。为了明白化学物质怎样改变遗传的过程，我们首先要了解在活细胞阶段上演了怎样的生命之戏。

组成身体组织和各器官的细胞数量一定要能够增长，才能让身体发育，才能保持生命之源代代相传。这一过程通过有丝分裂（核分裂）得以完成。在即将进行分裂的细胞中，会出现非常重要的变化，首先出现在原子核中，然后逐渐发展到整个细胞。在原子核中，染色体出现了神奇的移动与分裂，以一种由来已久的顺序排列，以利于将遗传的决定因素——基因——传递到子细胞中。它们首先以细线的形式出现，基因像线上的珠子一样在细线上排列。然后每一条染色体纵向分裂（基因也随之分开）。当细胞分裂成两个细胞时，各有一半进入每一个子细胞中。按照这种方式，每一个新生细胞都有一套完整的染色体，其中包含了所有的遗传信息。种族和物种的完整性以这种方式得以保存；以这种方式才有“龙生龙凤生凤”一说。

生殖细胞的分裂是一种特殊的细胞分裂方式。因为同一物种的染色体数是一定的，因此卵子和精子结合形成新个体的过程中，只

能将各自一半的染色体带入新的个体中。在形成新细胞的过程中，其中一次分裂中染色体的行为以非常精准的方式出现了变化。这时染色体不进行分裂，而由每对染色体中分离出一个完整的染色体进入子细胞中。

在这最基本的一幕里，所有的生命都是一样的。对于地球上的所有生命而言，细胞分裂的过程都是一样的；无论是人还是变形虫，无论是巨杉还是最简单的酵母细胞，如果没有细胞分裂，都无法长久生存。因此，任何会阻挠有丝分裂的食物对于受到影响的有机体和它的后代而言，都是致命的威胁。

“细胞形成的主要特点，比如说有丝分裂，存在的时间远远超过5亿年，更接近于10亿年，”乔治·盖洛德·辛普森和他的同事皮坦狄和蒂凡尼在他们内容丰富的《生命》一书中写道，“这样看来，生物的世界既脆弱又复杂，同时却惊人地经受了时间的考验——比山川还要长久。这种耐用性完全依赖于遗传信息以惊人的准确性代代相传。”

然而在这几位作者所展望的数亿年间，都未曾像20世纪中期那样，人造射线和广为传播的人造化学物质对这种“惊人的准确性”造成了直接又有力的威胁。马克法兰·博内特爵士是澳大利亚一位著名的医生，也是诺贝尔奖获得者，他认为如今“在医学上最值得关注的一点”是“由于治病手段越来越强大，人类又生产出许多生物学历史上不曾有过的化学物质，本可以将各类诱变剂阻挡在人体内脏之外的常规保护屏障越来越容易被穿透”。

关于人类染色体的研究仍然处于初级阶段，因此直到最近才能够研究环境因素对它们会产生怎样的影响。直到1956年才出现

了新的技术，使得我们确定了人类细胞中染色体的准确数量——46条——才能对其进行详细观察，检测是否有全部或者部分染色体缺失的情况。环境因素会对基因造成损害的观点也相对较新，而且除了遗传学者很少有人能够理解这一概念，但人们又往往不会去征求他们的意见。辐射带来的各种形式的危害现在都得到了充分了解——虽然在某些领域仍然惊人地遭到否认。穆勒博士屡次就“许多人——既包括政府机关做出决策的官员，也包括许多医疗工作者——都不愿意接受遗传学原理”这一现状表示惋惜。很少有公众知道，化学物质或许和辐射有相似的作用这一事实，甚至许多医疗和科学工作者对此也不了解。正因如此，化学物质的一般用途（并非在实验室中的使用）并未得到评估。对此进行评估是非常重要的。

马克法龙爵士并非唯一一个就其潜在危险进行评价的人。皮特·亚历山大博士是一位杰出的英国权威人士，他说类辐射性化学物质“可能（比辐射）的危险还要大”。穆勒博士在遗传学领域进行了数十年卓有成效的工作，他从这一角度提出警告称许多化学物质（包括以农药为代表的各群体）“提高基因突变率的能力和辐射一样强……然而在现代环境中，我们经常被暴露在不寻常的化学物质中，我们却还不知道这些诱变剂会给基因带来何种程度的影响”。

化学诱变剂的问题之所以受到大范围的忽略，或许是由于最开始发现的物质仅仅具有科学价值。氮芥毕竟不会从天空洒向所有人；只有实验生物学家和需要用它进行癌症治疗的医生才会用到它。（最近一则报告指出，一位接受了这种治疗的病人的染色体受到了损

害。）但是杀虫剂和除草剂确实和大量的人群进行了亲密接触。

尽管很少有人把目光投向这一领域，但是仍然能将和许多这种农药有关的信息组装起来，从而了解到它们会以各种方式妨碍细胞进行其各项关键进程，从轻微的染色体损伤到基因突变，最终的结果却会导致恶性灾难。

连续几代都暴露在DDT中的蚊子会变成一种叫作雌雄同体的奇怪生物——一部分是雄性的，一部分是雌性的。

用各种酚类处理过的植物会出现染色体严重受损、基因改变、大规模基因突变以及“不可逆转的遗传改变”。果蝇是遗传学实验的经典主体，它受到酚类的影响时，也会出现基因突变；这些果蝇出现的突变危害性极强，将它暴露在任何一种常用除草剂或者尿烷中时，就会死亡。尿烷是氨基甲酸盐的一种，越来越多的杀虫剂和农用化学品来自这一群体。其中有两种物质被用于防止土豆在存储过程中发芽——恰恰是由于它们被证明有阻止细胞分裂的作用。另外一种防止发芽的物质马来酰肼也被认为是一种强大的诱变剂。

使用六氯化苯（BHC）或者林丹处理后的植物会出现严重的畸形，根部会肿起像肿瘤一样的肿块。它们细胞的体积变大由于染色体数量加倍而出现肿胀。在后续的分裂中染色体加倍的情形会继续，直到在物理上无法继续进行细胞分裂。2,4-D这种除草剂也会使植物长出肿瘤一样的肿块。染色体变短加粗后熙熙攘攘地挤在一起。细胞分裂的进程严重减缓。整体的结果据说和X射线造成的结果非常相似。

这里举出的只是其中一些例子，还有许多此类例证。然而目前还没有哪些综合性研究对农药的诱变效应进行检测。上面所引用的

例子是细胞生理学和遗传学研究的副产品。现在迫切需要针对此问题进行直接攻击。

有些科学家愿意承认环境辐射会对人类造成严重影响，然而他们却未曾考虑过这一有实际意义的问题——诱变性化学物质是否具有同样的效果。他们说辐射具有强大的穿透力，却对化学物质能否到达受精卵表示怀疑。我们再次因为缺少对这一问题进行的直接研究而受到限制。然而，在鸟类和哺乳动物的性腺及生殖细胞中都找到了大量DDT残留，这能有力证明至少氯化烃类物质不仅能遍布体内各部位，而且能够直接接触遗传物质。宾夕法尼亚州立大学的戴维・E・戴维斯教授最近发现有种强大的化学物质可以阻止细胞分裂，这种被有限适用于癌症治疗的物质可以造成鸟类无法繁衍。哪怕是不足以致死的剂量，也会阻止性腺细胞的分裂。戴维斯教授成功进行了一些实地测试。显然，我们没有理由希望或者相信其他有机体的性腺可以免遭环境中化学物质的危害。

最近医学上在染色体异常这一领域做出的发现非常有趣也具有深远意义。1959年，英国和法国的几个研究团队发现他们彼此独立的研究指向了同一个结论——人类的一些疾病是因为正常的染色体数受到干扰而形成的。这些调查者对一些疾病和异常情况进行了研究，发现其染色体数量不正常。举例来说：现在大家都知道典型的蒙古族人有一条额外的染色体。有时这条染色体会和其他染色体粘连在一起，于是染色体总数仍然是正常的46。然而一般来说，多出来的那条染色体是单独存在的，总数即为47条。就这些个体而言，这种缺陷的源头肯定在它出现之前的那代人身上。

患有慢性白血球增多症的患者体内有一种不同的机制在运转，

不管他们是美国人还是英国人。这些病人的血液细胞中一直出现染色体异常。这种异常包括部分染色体的丢失。这些病人的皮肤细胞中的染色体是完整的。这说明这种染色体缺陷并非由生殖细胞的染色体异常导致，而是在患者生命的某一时期直接对特定的细胞产生危害（在这一例子中，是血液细胞的前体细胞）。部分染色体的缺失或许导致这些细胞失去了从事正常行为的“指令”。

自这一领域开辟以来，和染色体异常有关的缺陷症越来越多，至今已经超出了医学研究的范畴。其中有一种我们只知道它叫作克氏综合征，和一条性染色体的复制有关。因此孕育出的个体虽然是男性，但却携带了两条X染色体（形成XXY而不是正常的XY），多少有些不正常。与之相反，如果有人只接收了一条性染色体（形成了XO而不是XX或XY），那她通常是女性，却缺少很多第二性征。这种情况通常还伴随着各种各样的生理（有时是心理）缺陷，因为X染色体上显然携带了和各种特征有关的遗传基因）。这种疾病被称为特纳综合征。上述两种疾病远在其病因得以查明之前就在医学文献中有所记载。

现在许多国家的医学工作者都就染色体异常这一课题进行了大量研究工作。其中威斯康星大学的一个研究小组在克拉斯·帕陶的带领下，就各类先天性畸形进行了研究，其中包括智能缺陷，这似乎是由部分染色体的复制造成的，好像在精子细胞形成的过程中，染色体出现了断裂，各部分没有进行正确的重新分布。这种倒霉事很可能会影响胚胎的正常发育。

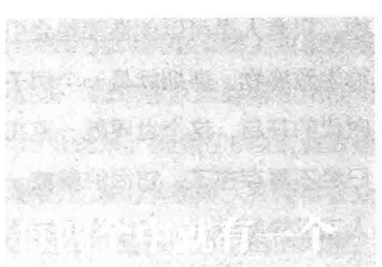
根据现有知识，出现额外的一整条染色体通常会带来致命结果，会使得胚胎无法存活。只有三种情况可以存活：其中一种当然

就是蒙古人。而另一方面，如果出现了一段多余的染色体碎片，虽然情况非常严重但还不至于致命。而威斯康星调查者的研究表明，这一情况能在很大程度上解释一个现在仍然悬而未决的问题，即新生儿先天性具有包括智能迟缓在内的多种缺陷症。

目前这仍然是很新的一个领域，科学家更关注相关疾病的染色体异常和缺陷发展的情况，而非就其原因进行推断。如果认为造成染色体损伤或在细胞分裂中造成染色体异常行为的罪魁祸首是某一单独的物质，肯定是非常愚蠢的想法。但我们现在又怎能忽略这样一个事实呢——我们正在向环境中填满各类能够直接造成染色体损伤的化学物质，它们能够精确瞄准，导致上述种种情况的发生？仅仅为了不让土豆发芽或者不让露台上有蚊子，所付出的代价是不是太大了？

我们可以——如果我们愿意的话——减少这些对于遗传基因的威胁，基因是20亿年的进化历程所赋予我们的财富，是物竞天择的结果，我们只是暂时保管这一财产，直到有朝一日将其传递给下一代。我们现在却不去保护基因的完整性。虽然现在法律要求化工厂对其产品的毒性进行测试，但却没有要求它们检验这些产品对于基因造成的确切影响，工厂自然也没有这么做。





生物在很早之前就开始和癌症做斗争，甚至连斗争的起点都在时间中被遗忘了。但一定是在自然环境中开始的，那时地球上所有生物受到的各类影响，不分好坏，都源自太阳、风暴以及地球的原始本性。面对环境中某些元素带来的危害，生物必须要去适应，否则就会灭亡。阳光中的紫外线辐射会造成恶性肿瘤。还有某些岩石的辐射，食物或水源受到土壤及岩石中冲刷出来的砷污染之后也会如此。

甚至在生命出现之前，环境中就包含这种有害元素了；然而生命仍然诞生了，并且经过数亿年的时间出现了丰富的物种和难以穷尽的数量。在自然从容地度过了无数个年代后，生命通过物竞天择、适者生存这种破坏性的力量不断调整，适应了自然。自然中这些会引发癌症的物质仍然会导致恶性肿瘤的产生，然而它们数量很少，而且生物已经从一开始就适应了这种古老的力量。

然而随着人类的出现，情况发生了变化，因为在所有生命形式

中，只有人类可以创造那些会引发癌症的物质，这在医学术语上被称为致癌物。煤烟就是一个例子，其成分中含有芳香烃。随着工业时代的开启，这个世界就一直在产生变化并且不断升级。自然环境已经不复存在了，它很快就被一个充满新型化学物质和物理物质的人工世界所取代，其中许多物质能够使生物产生变化。人们对于他创造的这些致癌物毫无防御能力，因为人类的生物遗传进化得非常缓慢，因此对于新环境的适应也非常缓慢。所以，这些强大的物质很容易就能穿透身体未做好充分准备的防御体系。

癌症由来已久，但我们对于致癌物质的认识却经历了很久才成熟。人类第一次认识到外部的或环境中的物质可以引发癌变是在将近200年前，是一位伦敦的医生发现的。1755年，波西瓦·帕特爵士称在扫烟囱工人中非常常见的阴囊癌一定是由堆积在他们体内的烟灰造成的。他没有办法提供我们今天所要求的“证据”，但现代研究手段从烟灰中提取了这种致命物质，并证明了他的看法是正确的。

在波特发现了这一事实之后的一百多年里，人们似乎并没有进一步认识到人们长期接触、吸入或吞食环境中的某些化学物质后会引发癌症。人们确实注意到了在康沃尔和威尔士的炼铜厂和锡制品铸造厂工作并长期暴露在含砷废气中的工人经常会患上皮肤癌。人们也注意到了在萨克森钴矿和波西米亚约赫姆塔尔的铀矿工作的工人经常会患上某种肺病，后来被确诊为癌症。但这些现象都出现在工业化以前的时代，那时工厂还没有遍地开花，后来它们生产出的产品就遍布在所有生物的生存环境中。

19世纪最后二十几年，人类才第一次意识到恶性肿瘤应该追溯至工业时代。大约和巴斯德发现传染病来源于细菌是同一时间，

其他研究者发现了是哪种化学源头导致萨克森新型褐煤工业和苏格兰板岩工业的工人患上皮肤癌，还发现了因职业原因暴露在焦油和沥青中的工人为什么会患上癌症。19世纪末，确定了6种工业致癌物质；而20世纪则创造出了不计其数的致癌化学物质，并使得公众与它们进行亲密接触。自波特以来，短短不到两个世纪的时间里，环境却发生了极大的改变。并不只有职业工作者才会暴露在危险的化学工作中；这些物质已经入侵了所有人的生存环境——哪怕是尚未出生的孩子。所以我们发现恶性病的增加已经到了令人担忧的地步，也就毫不奇怪了。

这一增长并不仅仅是主观印象。人口统计办公室1959年7月的月报表明由恶性疾病（包括淋巴和凝血组织的疾病）造成的死亡占总数的15%，而1900年这一数字为4%。根据现有的发病率，美国癌症协会估计美国现有人口中最后将有4500万人口患上癌症。这意味着每三个家庭中，就会有两个家庭受到这种恶性病的攻击。

而孩子们的情况更是令人担忧。25年前，出现在儿童身上的癌症被认为是医学上的罕见病例。而如今，癌症是美国学龄儿童的最主要死因。情况非常严峻，波士顿建立了美国第一家专门治疗儿童癌症患者的医院。1至14岁死亡的儿童中，14%是由癌症引起的。临床上有许多不足5岁的儿童出现恶性肿瘤，而更可怕的是，其中有非常多的病例是在出生时或出生前就已产生肿瘤。国家癌症研究所的W·C·惠帕博士是研究环境性癌症领域的权威，他说先天性癌症和婴儿时期的癌症可能和母体在怀孕期间暴露在致癌性物质中有关，而这种物质穿透了胎盘作用于快速发展的胚胎组织中。实验表明，动物暴露在致癌物质中的年龄越小，引发癌症的概率就越大。佛罗

里达大学的弗朗西斯·雷博士警告称：“我们现在（在食物中）添加化学物质的行为或许会让孩子们患上癌症……我们不知道，这会对接下来的一两代人产生怎样的影响。”

这里困扰我们的问题是，在试图控制自然的过程中，我们使用的哪些化学物质会直接或间接地引发癌症。从动物实验中得到的证据表明，有五六种农药被很明确地判定为致癌物质。如果我们加上那些医生们认为会致使人类患上白血病的农药，这个名单会长很多。这些证据并非直接获得的，因为我们无法对人类进行实验，但仍然令人印象深刻。还有一些农药对于活性组织和细胞的影响被认为是恶性肿瘤发生的直接原因，算上它们的话还能在名单中加上好多名字。

最初使用的几种和癌症有关的农药就包括砷，它以亚砷酸钠的形式出现在除草剂中，以砷酸钙和其他几种化合物的形式出现在杀虫剂中。砷和人类及动物癌症之间的联系由来已久。惠帕博士在其《职业肿瘤》一书中举了一个非常精彩的例子来论述暴露在砷中的后果，这本书是该领域的一本经典巨著。西里西亚的雷钦斯坦市开发金矿和银矿有一千年的历史了，也有几百年开发砷矿的历史。几个世纪以来，含砷废弃物在矿井附近堆积，进入由山上流下的溪流中。地下水也受到了污染，砷进入了饮用水中。几个世纪以来，当地的许多居民都患上了所谓的“雷切斯坦病”——慢性砷中毒并伴随有肝脏、皮肤、胃肠系统及神经系统紊乱。这种疾病通常会导致恶性肿瘤。雷钦斯坦病现在已经是历史问题，因为二十几年前当地采用了新的供水系统，绝大部分砷已经被清除了。在阿根廷科尔多

瓦省，会产生皮肤癌的慢性砷中毒却在当地流行，这是由于当地引用水来源于含有砷的岩层而受到了污染。

如果长期使用含砷杀虫剂，不难造成和雷切斯坦以及科尔多瓦类似的情况。美国西北部许多种植烟草植物的土壤以及东部的蓝莓地都浸满了含砷物质，很容易就会造成水源的污染。

被砷污染的环境不仅会影响人类，也会影响动物。1936年，德国有一份很有意思的报告。在萨克森弗莱贝格附近地区，冶炼银和铅的熔炉将含砷废气排放到空气中，这些废气再飘散至附近的乡下，飘落在植被上。根据惠帕博士的报告，以这些植被为食的马、牛、羊、猪都出现了毛发脱落、皮肤变厚的情况。栖息于附近森林中的鹿身上有时会出现异常的色斑和癌前疣。很明显是出现了癌变。无论是家畜还是野生动物，都出现了“砷肠炎、胃溃疡和肝硬化”的病症。熔炉附近饲养的绵羊出现了鼻窦癌，死后在其大脑、肝脏和肿瘤中都发现了砷。而且当地“昆虫，尤其是蜜蜂的死亡率非常高。雨水将含砷粉尘从树叶上冲刷至小溪和池塘中，造成鱼类大量死亡”。

而新型有机农药中一个致癌物的例子是一种广泛用于治理小虫和虱子的化学物质。这种物质的历史以大量证据表明，虽然法律本应具有保护作用，但在公众暴露在某种已知的致癌物中几年后，进展缓慢的法律程序才能有效控制这种情况。从另一个角度看，这个故事非常有趣，它说明公众现在被要求接受的“安全”物质或许明天就被发现是非常危险的。

这种化学物质发明于1955年，制造商请求批准一个容许值，

允许喷洒了该物质的农作物上可以有小剂量的残留。制造商按照法律规定进行了动物实验，并同时提交实验结果和该项申请。然而，食品和药物管理局的科学家认为测试表明该物质有致癌的可能性，于是建议该产品为“零容许值”，也就是说法律不允许跨州运输的食物中含有任何该物质的残留。然而该制造商具有合法上诉权，因此一个委员会就对此情况进行了评估。委员会做出了一个折中的决定：设定了百万分之一的容许值，允许该产品先上市两年，在此期间进一步进行实验室测试以判断该物质是否真的是致癌物。

虽然委员会没有明说，但他们的决定就意味着公众就像豚鼠一样，要和实验室里的狗和老鼠一起对这种可疑致癌物进行检测。然而实验室的动物很快就能给出结果，两年之后证明了这种杀螨药的确会致癌。即使在当时，1957年，食品和药物管理局也无法立即废除其容许值，虽然它会让这种已知致癌物的残留污染人们的食物。进行各类法律程序还需要一年时间。终于在1958年12月，零容许值的决定终于生效了，而早在1955年，该局专员就做出了这一建议。

这绝非唯一一种会致癌的农药。对动物进行的实验室测试表明，DDT会产生可疑的肝脏肿瘤。食品和药物管理局的科学家发现了这些肿瘤，虽然不知道该如何对其进行分类，却觉得“有理由将它们看作低级的干细胞癌”。

氨基甲酸酯中有两种除草剂，IPC（苯胺灵）和CIPC（氯苯胺灵）会使小鼠产生皮肤肿瘤。其中一些是恶性肿瘤。这些化学物质似乎引发了癌变，而环境中弥漫的其他类型的化学物质完成了这一过程。

除草剂氨基三唑使实验动物出现了甲状腺癌。1959年，许多蔓

越莓种植者误用了这一化学物质，导致市场上销售的一些蔓越莓中含有残留。食品和药物管理局回收了受污染的蔓越莓后，出现了一些争议，这种化学物质会致癌的说法受到了广泛质疑，其中还有许多医学界人士。食品和药物管理局发布的科学证据清楚地表明了在实验室小鼠身上使用氨基三唑会有致癌作用。在这些小鼠的饮用水中加入百万分之一百的氨基三唑（或每一万茶匙水中加入一茶匙该物质），小鼠在第68周就会出现甲状腺肿瘤。两年之后，超过一半的小鼠体内都会有这种肿瘤。经过诊断，这些肿瘤既有良性的，也有恶性的。即使给药程度较低，也会出现肿瘤——事实上，只要给药就会出现肿瘤。没人知道什么水平的氨基三唑会对人类产生致癌作用，但是哈佛大学的医学教授戴维·鲁茨坦博士指出，这个值很可能会对人们很不利，而非有利。

目前新型氯化烃杀虫剂和现代除草剂出现的时间太短，尚无法确定其全部影响。大部分恶性肿瘤发展非常缓慢，患者需要经过相当长的一段时间才会显现出临床症状。20世纪20年代初，在表盘上绘制发光图形的女士因为嘴唇会碰到刷子而吞食非常微量的镭；其中一些人15年之后患上了骨癌。有些由于职业原因暴露在化学致癌物中而引发的癌症会需要15至30年的时间才能显现。

和因为工业原因才暴露在各种致癌物中不同，军事人员约于1942年首次暴露在DDT中，对于老百姓来说，是1945年，而直到50年代初期各种各样的化学农药开始投入使用。不管它们播下了多么邪恶的种子，这些种子完全成熟的时间尚未到来。

一般的疾病都会经过漫长的潜伏期，然而现在有一个例外。这个例外就是白血病。广岛的幸存者在原子弹爆炸后三年就出现了白

血病的症状，而现在有证据表明潜伏期的时间甚至比这个还要短得多。有一天或许会发现其他潜伏期较短的癌症，但目前白血病似乎是唯一例外，不符合发展极度缓慢这一一般规律。在现代农药兴起以来的这段时间里，白血病的发病率稳步上升。国家人口统计办公室的数据明确表明，造血组织恶性疾病的增长令人担忧。1960年，死于白血病的患者有12290人。死于各类血液及淋巴癌症的患者共有25400人，相较于1950年的16690出现了大幅上涨。1950年每十万人中有11.1人死于此类疾病，1960年上升到14.1。这种增长绝不仅仅局限于美国：在各个国家，各年龄阶段死于白血病的人数以每年4%～5%的速度增长。这意味着什么？人们暴露在环境中哪一种或哪些新出现物质的频率增多，并因此而丧命呢？

像梅约诊所这种世界闻名的机构都有数百名病患死于这类造血器官疾病。梅约诊所血液科的马尔科姆·哈格雷福斯博士和他的同事们报告称，几乎无一例外，这些病人都有暴露于各种有毒化学物质的历史，如含有DDT、氯丹、苯、林丹和石油馏出物的喷雾。

和使用各类有毒物质有关的环境疾病也增多了，“尤其在过去十年中”，哈格雷福斯博士这样认为。大量的临床经验使他相信“绝大多数患有血质不调和淋巴疾病的病人都曾大范围暴露在各种烃类物质中，而现今许多农药都属于这类物质。只要对其病史进行细致研究，几乎一定能发现这种关系的存在”。这位专家曾为许多患者诊治过白血病、再生障碍性贫血、霍奇金病以及其他血液和造血组织疾病，因此现在拥有大量患者的详细病史。他说：“他们都曾经大范围地暴露在这些环境介质中。”

这些病例说明了什么呢？其中一个与一位憎恶蜘蛛的家庭主妇

有关。8月中旬的一天，她拿着里面装了DDT和石油馏出物的气雾喷雾器来到了地下室。她把整个地下室彻彻底底地喷了一遍，包括楼梯底、水果橱子里以及天花板和梁木周围遮起来的所有区域。喷完之后她就开始觉得非常不舒服，感到恶心、极度疲劳和紧张。接下来的几天里她觉得好转了，然而她显然没有意识到这些问题的原因是什么，她在9月又重复了这一整套流程，又经历了两轮喷药—生病—暂时恢复—再次喷药的循环。在第三次喷药之后，出现了新的症状：发烧、关节疼痛、全身不适，还有一条腿出现了急性静脉炎。哈格雷夫斯医生对其进行检查时发现她患上了急性白血病。第二个月她就病逝了。

哈格雷夫斯医生的另外一位病人是一位专业人士，他的办公室坐落在一栋满是蟑螂的老建筑里。他被这些昆虫的出现弄得狼狈不堪，于是决定亲自进行治理。某一个星期天，他花了半天时间将地下室和所有隐蔽的区域都喷了药。喷雾中，DDT以25%的浓度悬浮在含有甲基化萘的溶剂中。他很快就出现了瘀青，开始流血。他走进诊所时，很多地方都在流血。血液检测表明骨髓出现了严重衰退，患上了一种称为再生障碍性贫血的疾病。之后的5年半中，他输了59次血，并进行了其他治疗。有局部好转，但大约9年后，出现了致命的白血病。

涉及农药的病例里，最主要的包括DDT、林丹、六氯化苯、硝基酚、常见的防蛀晶体对二氯苯、氯丹以及承载它们的溶剂。这位医生强调，仅仅暴露在单一的化学物质中的情形是例外，而非常见情况。此类商品通常为几种化学物质共同悬浮在石油馏出物或其他分散液中。溶剂中的芳香环和不饱和碳氢化合物本身就是对造血器

官造成危害的主要因素。但是从实际的而非医学角度出发，这种区别意义不大，因为通常喷药时，石油馏出物是其中不可缺少的一部分。

哈格雷夫斯医生认为这些化学物质和白血病及其他血液疾病之间有着因果关系，美国和其他国家医学文献中都有大量案例支持这一看法。这些病例包括日常生活中的各种人：受到自己的喷雾设备或飞机“粉尘”毒害的农民，在书房里撒了灭蚁药却仍待在里面学习的大学生，在家里装了便携式林丹气化器的妇女，在喷了氯丹和毒杀芬的棉花地里工作的工人。这些病例中还有许多被医学术语掩盖了的人间悲剧，比如，捷克斯洛伐克的一对表兄弟，他们住在同一个镇上，总是一起工作一起玩。他们的最后一份工作也是一份致命的工作，是在一个合作农场上喷洒一袋一袋的杀虫剂（六氯化苯）。八个月后其中一个男孩得了急性白血病。九天后就去世了。几乎在同时，他的表兄弟开始出现容易疲劳和发烧的症状。不到三个月，他的症状加重并住院治疗。诊断结果表明也是急性白血病，同样的，这一疾病又开启了必死之路。

还有一位瑞典的农民，很奇怪，他会让人想起那艘金枪鱼捕捞船“福龙号”上的日本渔民久保山。像久保山一样，这位农民之前非常健康，久保山以海洋为生，他依赖他的土地谋生。对于这两个人来说，天空中飘下的毒药都带着一张死刑判决书。这个人的是被辐射破坏的灰烬；另外一个人的则是化学粉尘。这位农民用含有DDT和六氯化苯的粉尘料理了60公顷土地。他工作时，一阵阵的风使得小团的粉尘在他身边打转。“当天晚上他就觉得异常疲惫，在接下来的几天中，他经常感到虚弱，背疼腿疼并觉得寒冷，不得不卧床休息，”隆德一家医疗诊所的报告中写道，“然而他的情况却

越发糟糕，5月19日（喷药后一周）他申请去当地医院住院治疗。”他发起了高烧，血球计数出现异常。他被转院到了内科门诊部，在那里进行了两个半月的治疗后去世了。尸检显示他的骨髓已经完全萎缩了。

像细胞分裂这样一个正常又重要的过程如何能变得反常又有破坏性，这一问题让无数科学家投入了大量精力，也不知道花了多少钱。细胞里到底发生了什么，才使得这一有序的增殖过程变成了癌症不受控制地狂乱扩散的过程?

等找到答案时，几乎可以肯定这个答案是有多方面的原因的。癌症本身就有多种伪装，它以不同的形式出现，具有不同的起因，不同的发展过程，影响它们扩散和退化的原因也各不相同，所以相应的，也会有各种不同的原因。然而潜藏在这些原因下面的罪魁祸首，或许只是对细胞造成的几种基本伤害。世界各地开展了广泛的研究，在这遍布各地的研究中，还有甚至并非专门针对癌症的研究中，我们都看到微细的曙光，总有一天，这个问题会被这道光所照亮。

我们再次发现仅仅观察那些生命最小的单位，细胞和染色体，我们能得到更广阔的视野来解答这些谜题。这里，在这个微观世界中，我们要寻找哪些因素变更了细胞神奇的作用机制，使其偏离了正常模式。

瓦尔堡认为辐射和化学致癌物都能够破坏正常细胞的呼吸作用，从而剥夺它们获得能量的能力。重复使用微小剂量可能会导致这种结果。而这种情况一旦发生，就是无法逆转的。没有被这些破坏呼吸作用致毒剂立刻杀死的细胞会竭力弥补损失的能量。它们无

法再继续进行那种特别又高效的循环来产生ATP了，而是又退而使用原始、效率非常低的方法——发酵。通过发酵来继续存活的斗争持续了很长时间。而之后进行的细胞分裂使得所有的子细胞都使用这种畸形的方式呼吸。细胞一旦失去了正常的呼吸作用，就无法再重新获得这种作用——一年不行、十年不行、几十年也不行。然而在竭力弥补损失的能量的过程中，存活下来的细胞开始越来越多地使用发酵来进行能量补偿。这是一场达尔文式的争斗，只有最合适的或适应力最强的才能存活。最后发酵可以和呼吸作用产生相同的能量了。这时，我们说癌细胞被正常细胞创造了出来。

瓦尔堡的理论还解释了其他一些谜题。大部分癌症之所以有潜伏期，是因为在呼吸作用遭到破坏之后，需要一段时间进行细胞分裂，这时发酵作用得以不断增强。不同的生物发酵作用需要的时间不同，因为它们的发酵速度各不相同：老鼠的时间较短，癌症出现得就快；人类的时间较长（可能要几十年），所以人类发生癌变的过程非常缓慢。

瓦尔堡的理论也解释了为什么在某些情况下，重复使用小剂量致癌物的危害比单次大剂量使用的危害要大。后者会立刻杀死细胞，而小剂量虽然能使一些细胞存活，但这些细胞遭到了破坏。这些幸存者于是就发展成癌细胞。所以说，致癌物没有“安全”剂量。

根据瓦尔堡的理论，我们还找到了对另外一个令人费解的事实的解释——为什么可以用于治疗癌症的物质却同时能致癌呢？很多人都知道，辐射具有这种特性，它可以杀死癌细胞却同样能够引发癌症。很多用于治疗癌症的化学药物也是如此。为什么呢？这两种物质都能够破坏氧化作用。癌细胞的氧化作用已经是有缺陷的，所

以再稍加破坏它们就会死亡。而正常细胞第一次受到针对呼吸作用的破坏，不会死亡，却会踏上发生癌变的道路。

瓦尔堡的理论在1953年得到了验证，当时其他工作者仅仅通过长期间断性地停止给细胞供氧，就可以把它们转化成癌细胞。1961年，又出现了其他证据，这次证据来源于活体动物而非组织培养。放射性示踪剂被注入患有癌症的小鼠体内。通过对它们的呼吸作用进行仔细衡量，发现其发酵作用的速度远高于正常水平，正如瓦尔堡所预见的那样。

根据瓦尔堡确立的标准，大多数农药都达到了非常厉害的致癌物的水平。在上一章我们已经知道，许多氯化烃物质、酚类以及一些除草剂会妨碍细胞进行氧化作用和产生能量的过程。它们会以同样的方式创造一些休眠癌细胞，这种不可逆转的癌变作用长期潜伏，不为人们察觉，最终会以明显的癌症形式公开出现，但这时它的形成原因早就被人们遗忘甚至都不会受到怀疑了。

通往癌症的另外一条路径就是对染色体进行作用。该领域最著名的研究者会对任何损坏染色体、影响细胞分裂或是引发突变的物质都投以怀疑的眼光。虽然对于突变的研究经常和生殖细胞有关，会使其下一代受到影响，但身体细胞中也有突变的情况存在。根据癌症起源于突变的理论，细胞在辐射或化学物质的作用下，会发生突变，使其摆脱身体对于细胞分裂的惯常控制作用。于是它们就会以狂野的、不加束缚的方式增殖。这些细胞分裂出的细胞同样具有逃脱管制的能力，经过了足够长的时间后，这些细胞累积起来形成了癌症。

首次对染色体异常引发癌变的全过程进行研究的两人是纽约斯

隆凯特琳研究所的阿尔伯特・莱文和约翰・J・贝塞尔。至于是癌变先出现还是染色体异常先出现这一问题，这两位研究者毫不犹豫地回答：“染色体异常早于癌变出现”。他们推测，可能在最初的染色体异常出现之后和最终不稳定性的形成期间，许多代细胞经历了不断试错的长期过程（癌症的漫长潜伏期），在此期间，终于累积足够多的突变，使得细胞可以摆脱控制，开始不规则的增生，也就是出现了癌症。

欧吉韦德・温吉是染色体不稳定理论的首批支持者之一，他认为人们尤其需要关注染色体复制的现象。通过对六氯化苯和同类物质林丹进行反复观察，知道它们会导致实验植物染色体加倍；而在许多证据充分的贫血病致死案例中都有这两种物质的身影，这难道是巧合吗？而其他各种妨碍细胞分裂、致使染色体断裂并引发突变的农药又是什么情况呢？

不难看出白血病是暴露在辐射和镭辐射物中之后最容易引发的疾病之一。化学或物理诱变剂的主要目标就是分裂活动尤为活跃的细胞。其中包括许多不同组织，但最重要的是和造血功能有关的组织。人的一生中，骨髓是血红细胞的主要生产者，它每秒都会向人类血液中传送大约1000亿个新细胞。白细胞则是在淋巴腺和一些骨髓细胞中形成的，形成的速度虽然不稳定但十分惊人。

某些化学物质再一次让我们想起了像锶90一样的辐射物，它们对于骨髓有着强烈的吸引力。经常被用作杀虫剂溶剂的苯，会在骨髓中滞留，时间能长达20个月之久。许多年前，医学文献就认定苯会引发白血病。

儿童快速发育的组织也会为癌细胞的生长提供最有利的环境。

麦克法兰·博内特爵士曾指出，白血病不仅出现了世界范围的增长，而且最常见于3～4岁的年龄组，而这个年龄阶段的儿童并没有其他高发疾病。这位权威专家说："一定是因为在出生前后，这些儿童的组织曾暴露在致癌物中，除此之外，没有什么原因能够解释为什么3～4岁是发病率的高峰。"

尿烷是另外一种已知的能引发癌症的诱变剂。怀孕的小鼠受到这种物质的处理后，不仅自己会出现肺癌，它们的后代也会如此。而这些试验中的幼鼠唯一暴露在尿烷中的时间就是在胚胎中。惠帕博士曾经警告称，人类暴露在尿烷和相关化学物质中后，也可能因为在胚胎时暴露在化学物质中使得婴儿出现了肿瘤。

尿烷是一种氨基甲酸酯，和除草剂IPC和CIPC有着近似的化学性质。尽管癌症专家做出了警告，氨基甲酸酯现在仍广为使用，不只作为杀虫剂、除草剂和杀菌剂，还被用于增塑剂、药物、服装以及绝缘材料等各种产品中。

癌症产生的过程也可能是间接迂回的。通常看来不是致癌物的物质也可能会扰乱身体某部分的正常功能，并最终引发癌变。重要的例子就是和性激素失衡有关的癌症，尤其是生殖系统癌症；在一些病例中，这种干扰是由于肝脏受到了某种物质的影响进而无法将这些激素保持在稳定水平上。氯化烃恰恰是能引起这种间接癌变作用的物质，因为所有氯化烃类物质对于肝脏都有某种程度的毒性。

性激素是可以在人体中正常存在，并起着促进各类生殖器官发育的作用。然而身体内部有防止性激素过量堆积的自我保护机制，肝脏就起着平衡雄性激素和雌性激素（男性女性体内都有这两种激

素，虽然数量不同）平衡的作用，以避免出现某种激素过量的情况。然而，如果肝脏因为疾病或化学物质受到了损伤，或者维生素B族的含量降低，它就无法正常发挥其作用。在这种情况下，雌激素的含量就会异常的高。

会带来什么影响呢？实验中至少有大量和动物有关的证据。在一个此类试验中，洛克菲勒医学研究所的一位调查者发现肝脏受损的兔子出现子宫肿瘤的概率非常高，他认为这是由于肝脏无法抑制血液中的雌激素，雌激素“随之增长到足以致癌的水平”。大量以老鼠、豚鼠以及猴子为主体进行的实验表明，长期摄入雌性激素（剂量不一定要很高）会导致生殖器官的组织产生变化，“既有两性增生，也有明显的恶性肿瘤”。仓鼠摄入雌激素后会出现肾脏肿瘤。

虽然对这一问题的医学意见并不统一，但大部分证据都表明，人体组织内也有类似的作用。麦吉尔大学皇家维多利亚医院的调查者发现，在他们研究的150起子宫癌病例中，有2/3的病例都显示出异常高的雌激素水平。之后研究的20起病例中，90%都与之类似，含有高度活跃的雌激素。

还有这样的可能，肝脏受到的损伤已经足以扰乱它正常的抑制雌激素的活动，但目前医学上现有的测试却无法检测出这种损伤。氯化烃很容易就能产生这种情况，因为我们已经知道，低剂量的摄入就会引起肝脏细胞出现变化。它们还可能导致维他命B族的流失。这一点也尤为重要，因为其他证据链表明，这类维生素对于抗癌有着积极作用。已故的C·P·罗兹一度是斯隆凯特琳癌症研究所的所长，他发现哪怕实验中的动物被暴露在高剂量的化学致癌物中，只要给它们喂食酵母（一种富含天然维生素B族的食物），就不会出现

癌症。一般口腔癌和消化道其他位置的癌症也伴有缺乏这种维生素的现象。不仅在美国观察到了这一现象，甚至在瑞典和芬兰偏远的北部地区也得出了相同结论，那里的饮食通常都缺乏各类维生素。而容易患上原发性肝癌的群体，比如非洲的班图部落，通常都有营养不良的情况。男性乳腺癌盛行于非洲部分地区，通常和肝脏疾病及营养不良有关。战后的希腊经常有男性胸部增大的病例，这通常伴随着饥荒出现。

总之，称农药会间接引发癌症是因为已经证明了它们能够损害肝脏，减少维生素B群的供应，从而导致“内生性”雌激素，也就是身体自己分泌的雌激素的增多。除此之外，我们还越来越多地暴露在各类合成雌激素中——化妆品、药物、食品以及职业环境中都有这类雌激素的存在。两者相结合产生的效果足以引起人们的严肃对待。

人类暴露在致癌化学物（包括杀虫剂）中的情形多种多样，难以控制。个体可能会在许多不同的情况下暴露在同一种化学物质中。砷就是这样一个例子。它以各种不同伪装存在于每个人的生活环境中：空气污染物、水源污染物或者是颜料和墨水中的上色物质。很可能单独的暴露都不足以引发癌变——然而任何被认为“安全的剂量”对于担负了许多其他“安全剂量”的个体来说，都可能是压死骆驼的最后一根稻草。

同样的，两种或多种致癌物共同产生危害时，它们的作用就会叠加。比如说，暴露在DDT中的个体几乎一定会暴露在其他会造成肝脏损伤的烃类物质中，因为它们被广泛用作溶剂、脱漆剂、脱脂剂、干洗液以及麻醉药。那时DDT又哪有“安全剂量”可言呢？

而一种物质可能会作用于另外的物质从而改变其影响，这时情况就更加复杂了。癌症的出现有时需要两种化学物质的互补作用，一种使细胞或组织变得敏感，这样在另外一种物质或者其他促进因素的作用下，才会发生真正的癌变。因此，IPC和CIPC这两种除草剂可能是皮肤癌的发起者，播下了肿瘤的种子，但直到其他东西——甚至是一种普通的洗涤剂——进入，才会引发真正的癌变。

化学物质和物理物质间也可能会产生相互作用。白血病的产生需要两个步骤，X射线激发了癌变，一种其他的物质——比如尿烷——可以起到促进作用。人们越来越多地暴露于各种辐射源中，再加上与各类化学物质的接触，这给现代社会提出了一个严峻的新问题。

辐射性物质对于水源的污染引发了另外一个问题。这些物质以污染物的形式出现在已经含有其他化学物质的水源中时，很可能会通过电离辐射的作用改变这些化学物质的性质，以无法预测的形式重新排列其原子，创造出新的化学物质。

洗涤剂现在几乎在全球范围内对公共水源造成了污染，全美的水污染专家都因这一棘手的事实而忧心忡忡。没有办法通过治理将这些物质清除。很少有洗涤剂是致癌的，但它们会作用于消化道的内侧组织，让它们变得更容易吸收危险的化学物质，从而加剧了化学物质的影响，因此它们会以这种间接的方式提升癌症的发病率。但谁又能预见并控制这种作用呢？各类情况像万花筒一般千变万化，除了“零剂量”，什么样的剂量对于致癌物来说是“安全的”呢？

我们对于环境中致癌物质存在的容忍会使自身处于危险之中，最近发生的一件事就明确说明了这一点。1961年春天，联邦、各州

以及私人的孵化场中的虹鳟鱼爆发了肝癌。美国东部地区和西部地区都受到了影响；在某些地方几乎全部三年以上的鳟鱼都出现了癌症。这一事实的发现是由于美国国家癌症研究所环境癌症部门和鱼类和野生动物管理局都事先已经准备对所有生有肿瘤的鱼类进行报告，这样可以提前警告人们预防水中污染物带来的危害。

虽然研究工作至今仍在寻找在如此广阔的区域爆发这种流行病的确切原因，但是目前最有利的证据指向了事先准备好的孵化场饲料中含有的某种物质。这些饲料中除了基本的食物，还包含了各种各样的化学添加剂和医用物质，种类惊人。

从很多方面来看，鳟鱼的案例都有着重要意义，但主要能告诉我们当强力的致癌物进入环境中时会出现什么情形。惠帕博士称这一流行病严重警告了我们，必须更多地关注环境中致癌物的数量和种类控制问题。“如果不采取预防措施，”惠帕博士称，“人类中很快就会有类似的灾难发生。”

一位研究者称，我们生活在“致癌物的海洋中”，这一发现令人灰心丧气，很可能会产生绝望与消极的情绪。人们通常会问：“是不是无药可救了？”“难道试图把这些致癌物从我们的世界中清除是不可能的吗？更好的做法难道不是不再浪费时间尝试，而是把所有精力集中在研发治疗癌症的对策上吗？”

这些问题被提交给了惠帕博士，他在癌症领域的多年突出工作使得他的意见受人尊重。他经过深思熟虑，并利用其一生的研究及经验给出了自己的答案。惠帕博士认为今天癌症所造成的严峻形势和19世纪末期传染病给人类带来的困境一样。巴斯德和科赫的出色工作确立了病原生物体和各种疾病之间的因果关系。医疗工作者甚

至公众都逐渐意识到人类环境中存在着大量可以致病的微生物，就如同今天充斥在我们环境中的致癌物一般。大部分传染病现在都得到了有效控制，有一些已经被彻底根除了。这一伟大的医学成就的取得要归功于双重攻击——既注重预防，又加强治疗。尽管外行人脑子里想的是“魔术弹”和“神丹妙药”，但在针对传染病的战争中最具决定性的战役包含了各项消灭环境中病原体的措施。一百多年前，伦敦爆发的一场大型霍乱就是一个历史例证。伦敦的一位医生约翰·斯诺将疾病出现的地点在地图上标出，发现它们都起源于同一个地区，那里的所有居民都从布罗德街上的一个泵井里取水。斯诺医生迅速并果断地采取了预防医学的一种手段，他把泵上的把手去掉了。传染病因此得到了控制——并非是什么神奇药丸杀死了（当时还不为人知的）霍乱病原体，而是将病原体从环境中清除了。即使医疗手段能取得重大进展的原因也不仅仅是医治病人，还包括减少病灶。现在结核病发病相对较少的原因是普通人现在几乎与结核菌没有什么接触。

今天我们的世界充满了致癌物质。如果我们针对癌症的战争仅仅专注于或者主要专注于治疗手段（就算我们假设可以找到“治愈手段”），那么根据惠帕博士的说法，这场战争就无法成功，因为它将储存了大量致癌物质的仓库置之不理，而这些物质夺人性命的速度会超过现在还毫无踪迹的“治愈手段”减缓当前形势的速度。

我们为什么一直不愿意接受这种常识性的方法来应对癌症问题？或许因为“治愈癌症患者的目标与预防措施相比，更振奋人心，更具体，更迷人也更值得吧”，惠帕博士说。然而采取预防措施阻止癌症的形成“显然更有人性”，也“比治疗癌症更有效”。

惠帕博士几乎无法忍受这种痴心妄想，一位“每天早上吃早餐之前吞一颗神奇的药丸”就能预防癌症。很多公众相信最终会出现这种结果，因为他们误以为癌症是单一的疾病，虽然有点神秘，但由单一的原因引起，也能有希望找到单一的治疗方法。这当然和已经知道的真理相去甚远。环境癌症是由多种化学物质和物理物质引起的，恶性肿瘤本身也以各种不同的、具有不同生物特征的方式显现。

很早之前就承诺的“突破”，等它出现的时候（如果会出现的话），也不能期待它是治愈各类癌症的万能药。虽然必须要继续研究治疗手段来减缓并治愈现有的癌症患者，但宣扬解决方案会以灵丹妙药的形式突然出现，这不过是帮倒忙。解决方案会慢慢地、一步一步扎扎实实地出现。我们把好几百万的钱和所有的希望都投入为现有癌症寻求治疗方法的研究项目中，哪怕我们在寻求治疗，我们却在同时忽视了预防的黄金时期。

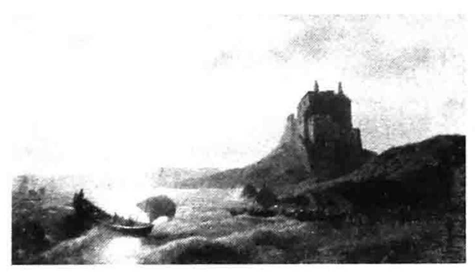
征服癌症的目标绝非毫无希望可言。从某一个重要的方面看，其前景比在19世纪末20世纪初应对传染病的情形更加鼓舞人心。那时的世界充满了病菌，就像今天的世界充满了致癌物一样。但是病菌并非是由人类放到环境中的，他也并非出于自愿对病菌进行的传播。与之相反，绝大部分的致癌物都是由人类放在环境中的，而且如果他愿意的话，他可以把它们从环境中清除。致癌的化学物质盘踞在我们世界中的原因有二：第一种非常具有讽刺意味，它们的出现是由于人类为了寻求更好更方便的生活方式；第二种，因为这些化学物质的制造和销售已经成为我们经济和生活方式中公认的一部分。

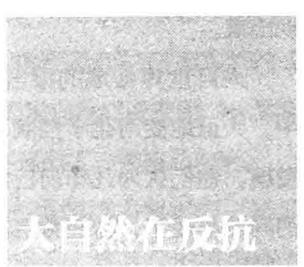
认为所有的化学致癌物都可以从现在世界中清除，这是不切实际的。但是其中很大一部分都绝非生活必需品。清理了这些物质后，它们加诸生命的总负担将会大大减轻。我们应当下定决心，努力清除这些现在正在污染我们的食物、供水以及大气的致癌物，因为这些物质给我们带来的接触是最危险的——暴露程度微弱，却一年又一年地不断重复。

在癌症研究领域许多最为杰出的研究者也赞成惠帕博士的观点，他们相信只要我们通过坚定不移地查明环境因素，并将其清除以减小危害，恶性疾病就能大幅减少。而对于体内潜藏着癌细胞或是已经有了明显表现的患者，当然还要继续寻求治愈之道。但对于尚未患上此类疾病的人以及还未出生的子孙后代来说，预防是当务之急。









我们冒着极大的风险竭尽所能地把大自然塑造得合乎我们的心意，但是最终却失败了，这确实是个极大的讽刺。然而看来这就是我们的处境。虽然很少被人提及，但这个事实显而易见，塑造大自然没那么简单，并且昆虫找到了避开我们对他们化学攻击的方法。

“昆虫世界是大自然最惊人的现象，”丹麦生物学家C·J·布里杰说道：“对昆虫世界来说，没有什么是不可能的；最不可思议的事情在那里也会发生。能够深入了解昆虫世界的神秘之处的人，总会不断地为它的神奇感到无比惊叹。他知道一切皆有可能发生，即使是完全不可能的事也经常出现。”

这种“不可能的事情”如今在两个广泛的领域内发生着。通过遗传选择过程，昆虫正产生着对化学药品有抵抗性的种族。这将在下一章节进行讨论。更广泛的问题，也是我们现在应该关注的问题是，我们的化学攻击正削弱着环境本身固有的、阻挡各种昆虫的防御能力这一事实。每当我们打破这道天然防线，一大群昆虫就会涌

现出来。

来自世界各地的报告都清楚表明我们正处在一个严重的困境中。大量地使用化学控制，十年或更长时间以后，昆虫学家们就会发现，他们认为几年前已经解决的问题又出现来折磨他们。一个新的问题出现了，曾经数目不多的一些昆虫现在已经疯长成灾了。由于昆虫的自然本性，化学控制总是弄巧成拙，因为化学控制的设计和使用没有把复杂的生物系统考虑在内，就径直将其投入对抗昆虫的战斗中去了。这些化学药物可能已经对少数几种昆虫进行了预测，但无法预测对整个生物种群的后果。

一些地方如今流行无视大自然的平衡，这种自然界的平衡在早期较简单的世界中是一种占上风的状态——一种现在已经被完全打乱并且我们可能已经快要遗忘的状态。有人认为这是一个方便的设想，但是把这种设想当成行动指南的话就非常危险了。虽然现在的自然界平衡和冰川时代的平衡不一样，但它仍然存在：这是一个将各个生物联系起来的复杂、精确、高度一体化的系统，我们不能再毫无顾忌地漠视它了，否则就会像坐在悬崖边上却无视重力规律的人一样危险。自然界的平衡不是一成不变的状态；它是流动的、变化的、永远调整的状态。人类自然也是平衡状态的一部分。有时，这种平衡状态对人类有益；有时，这种平衡——经常受到人类自身活动的影响——变得对人类不利。

两个重要的事实在人们制订现代昆虫控制计划时被忽略了。第一，对昆虫真正有效的控制来自大自然而不是人类。从第一个生命存在以来，昆虫繁衍数量一直被一种昆虫学家们称之为环境防御能力的东西所控制着。可利用的食物量、天气及气候条件、竞争生

物或捕食生物的存在，这一切都极为重要。“防止昆虫破坏我们世界其他地方的最重大的一个因素就是它们内部发起的自相残杀的战争。”昆虫学家罗伯特·麦特卡夫说。然而现在我们所使用的化学药物杀死了所有的昆虫，不管是我们的朋友还是敌人一律格杀勿论。

第二个被忽视的事实是，一旦环境的防御能力被削弱，某些昆虫就会出现真正的爆发性的繁育能力。许多不同生命的繁殖能力已经超过了我们的想象力，尽管我们现在和过去对此有过暗示性的瞬间。从学生时代起我就记得这样一个奇迹：在一个装着干草和水的简单混合物的罐子里加入几滴成熟的原生物培养液，奇迹就发生了。几天之内，这个罐子里就会出现一群旋转的、向前移动的生命——数不清的数以亿计的拖鞋状的微生物草履虫，每一个小得像一颗灰尘，它们全都在这个温度适宜、食物丰富、没有敌人的临时伊甸园里毫无约束地繁殖着。这景象使我一会儿想起了海滩上使岩石变白的藤壶已到眼前的场面，一会儿想起一大群水母游过的场面，它们一英里一英里地游着，似乎永无止境地颤动着，鬼魅般的身形和海水一样虚无缥缈。

当鳕鱼迁移穿越过冬季的海洋到达它们的产卵地时，我们就可以看到奇迹般的大自然控制的作用。在那里，每条雌性鳕鱼产下几百万个卵。如果这些鳕鱼的所有后代都能成活的话，大海肯定会变成一块鳕鱼的固体，但这并没有发生。平均来看，每对鳕鱼会产下几百万条幼鱼，只有当这些幼鱼都存活下来变成成鱼顶替父母时，才会对自然界造成约束。

生物学家们过去常常猜测：如果发生了一场无法想象的大灾难，自然防御能力消失了，一个单个物种的所有后代都生存下来

了，那将会发生什么呢？因此，一个世纪前，托马斯·赫胥黎计算出，单个雌性蚜虫（它具有不须交配就可以繁殖后代的神奇能力）在一年内产出后代的总重量相当于当时中国总人口的重量。

幸运的是，对我们来说这种极端情况只是理论上的，但是对动物种群学的学生们来说，扰乱自然界本身的计划而形成的可怕后果是众人皆知的。畜牧业者不遗余力地消灭山狗而导致田鼠成灾，而以前山狗控制了田鼠的数量。在这一方面，亚利桑那的凯巴布鹿的案例经常重演。曾经，这种鹿和其所在的环境处于一种平衡状态。一定数量的捕食者——狼、美洲豹、山狗——控制着鹿的数量，使其不超过它们的食物供给量。接着一项“保护”鹿的运动开始了，鹿的敌人都被消灭了。一旦掠食者们消失了，鹿的数量迅速增长，很快它们就没有足够的食物了。在它们寻找过食物的树上，没有叶子的地方也越来越高。后来，死于饥饿的鹿的数量远远多于之前被掠食者猎杀的数量。此外，整个环境也被它们为了寻找食物而不顾一切的努力所破坏了。

田野和森林中捕食性的昆虫也起着和凯巴布高原上的狼和山狗一样的作用。消灭它们，被捕食的昆虫数量就汹涌地增长起来。

没有人知道地球上生存着多少种昆虫，因为还有很多昆虫需要被鉴定。不过，已经有超过70万种昆虫记录在案了。这就意味着从物种数量上来看，地球上70%到80%的生物是昆虫。这些昆虫中的绝大多数都被自然力量控制着，没有任何人为干涉。如果不是这样的话，那么很值得怀疑任何可以想到的化学药物剂量——或者任何其他方法——是否能够控制住昆虫的数量。

糟糕的是，我们很少意识到昆虫的天然敌人所提供的保护直到

它失效。我们中的大多数人生活在这个世界上，却对这个世界视而不见，察觉不到它的美丽、奇妙，以及生活在我们周围的生物所具有的神奇甚至可怕的强大力量。正是因为这个原因，我们对捕食昆虫和寄生生物的生活习性几乎一无所知。也许，我们可能已经注意到花园灌木上一个外形奇特、外貌凶恶的昆虫，并且隐约意识到这个捕猎的螳螂能够消灭其他昆虫。但是，只有当我们夜晚走在花园里，用手电筒瞥见到处都有螳螂在偷偷靠近它的猎物的时候，我们才会理解看到的一切。那时，我们就会意识到捕猎者和猎物之间上演的戏剧。那时，我们就会感受到自然用以控制自己的残酷的压迫力量。

捕食者——杀死或消耗其他昆虫的昆虫——有很多种。有些昆虫动作敏捷，就像燕子在空中捕捉猎物一样迅速。还有一些昆虫沿着枝干有条不紊地爬行，摘取吞食着像蚜虫一样不动的昆虫。大黄蜂捕捉软体昆虫，并用其汁液喂养幼蜂。泥瓦匠马蜂在屋檐下用泥土建造圆柱状的蜂巢，并在蜂巢中储存好昆虫，幼蜂便会以此为食。沙黄蜂飞舞在正在吃草的牛群上方，消灭了让牛群备受折磨的吸血蝇。发出大声嗡嗡声的食蚜蝇，经常被人们误以为是蜜蜂，它们把卵产在蚜虫侵食的植物叶子上；孵出的幼虫就会消灭大量蚜虫。瓢虫，是蚜虫、蚧壳虫和其他叶食类昆虫的最好的消灭者之一。毫不夸张地说，一个瓢虫需要消耗几百个蚜虫才能燃起它能量的小火焰，以用来产一批卵。

从习性上来说，更奇特的是寄生性昆虫。寄生昆虫不立即杀死它们的宿主。相反，它们通过各种适当的方法利用宿主为幼虫提供营养。它们会把卵产在猎物的幼虫或虫卵内，以便它们自己孵出的

幼虫靠消耗宿主来获取食物。一些昆虫用黏液将卵粘在毛虫身上；孵化时，寄生幼虫就钻到宿主皮肤里面。还有一些昆虫，受天生伪装本能的驱使，它们把卵直接产在树叶上，这样，吃叶子的毛虫就会不小心将它们吃进去。

在田野、灌木篱墙、花园和森林中，到处都有工作着的捕食性昆虫和寄生性昆虫。在一个池塘上，蜻蜓上下翻飞，阳光照在它们的翅膀上撞击出刺眼的火花。它们的祖先曾经在生活着大型爬行类动物的沼泽中急速飞过。如今，和古时候一样，它们用尖锐的眼力在空中捕捉蚊子，把它们兜捕在篮子状的几条腿之间。在水下，蜻蜓的幼虫，又叫小妖精，捕食水生阶段的蚊子和其他昆虫。

又或者那里，和叶子基本融为一体的是草蜻蛉，它有着绿色薄纱般的翅膀和金色的眼睛，腼腆害羞而又神神秘秘，它是曾在二叠纪生活过的一种古代物种的后裔。成年草蜻蛉主要以植物花蜜和蚜虫汁液为食，时常把它的卵产在一根长长的茎秆上，并将其和一片叶子相连。它的孩子出现了——一种被称为蚜狮的奇特、直立的幼虫，靠捕食蚜虫、蚧壳虫或螨虫为生，它们捕捉这些昆虫，并将其体液吸干。它们的生命在不停循环，直到做出白色丝茧使其度过蛹期，每个幼虫都要消耗几百只蚜虫。

还有许多蜂类和蝇类也是这样，它们的生存完全依赖于寄生作用消灭其他昆虫的卵或幼虫。虽然一些寄生虫卵是极小的蜂类，但是它们通过巨大的数量和极强的活动力，抑制了很多侵害庄稼的昆虫进行大量繁衍。

所有这些小生命都在工作着——无论是在晴天还是下雨天、白天还是夜晚，甚至是在寒冷的冬天将生命之火扑得只剩下灰烬的时

候，它们都一直在工作着。只不过在冬天，这个至关重要的力量就只是冒烟了，它在等待春天唤醒昆虫世界，再次闪耀出巨大活力。与此同时，在雪花白色的绒毯之下，在冻硬了的土壤之中，在树皮的缝隙里，在隐蔽的洞穴中，寄生昆虫和捕食性昆虫都找到了使它们度过这个寒冷季节的方法。

螳螂的卵被安全地存放在一个被它们的妈妈粘在一个灌木枝条上的羊皮纸做的小盒子里，这个螳螂妈妈在已经逝去的夏天里度过了整个生命。

雌性马蜂，将某个阁楼中被遗忘的角落作为栖身之所，在她体内有大量的卵，将来整个蜂群的形成就依赖于这些卵。这个雌蜂，孤独的幸存者，会在春天里开始建造一个小小的纸巢，在每个巢孔中产卵，并小心地培育出一支小小的工蜂队伍。在工蜂的帮助之下，她渐渐扩大蜂巢，发展蜂群。那些工蜂在整个夏季炎热的日子里都在不停地寻找食物，它们就会消灭数不清的毛虫。

正由于昆虫的生活习性中存在这样的特点和我们所需要的天然特性，所有这些都成了我们的同盟军，使得自然平衡向着对我们有利的一面倾斜。但是，我们却将炮口指向了我们的朋友。一个可怕的危险是，我们已经粗心地低估了它们牵制暗潮般的敌人的能力，没有它们的帮助，敌人就会猖獗起来危害我们。

随着杀虫剂数量的逐年增长，种类增多，破坏性增强，环境抵御能力全面永久性地降低的现象日益明显，变成了可怕的现实。随着时间的流逝，我们可以预见到逐渐严重的昆虫危害，这其中有传播疾病的昆虫，也有破坏庄稼的昆虫，其种类之多已经超过了我们已知的范围。

“尽管如此，但这不过只是理论性的推测吧？”你也许会这么问，“这当然不会发生——不管怎样，也不会在我这辈子发生。”

但它确实正发生着，就在此时此刻。科学期刊已经有记录了，到1958年为止，大约有50种和自然平衡严重错乱有关的物种。每年还会发现新的案例。对这一问题的近期回顾参考了215篇相关论文，这些文章都是报告或讨论由杀虫剂引起的昆虫种群平衡灾害性的紊乱问题。

有时，喷洒化学药物的后果是，使原本打算控制住的昆虫出现惊人的增长。例如，在安大略，黑蝇在喷洒药物之后，其数量比之前增加了17倍。又或者，在英国，随着喷洒一种有机磷化学农药而出现了白菜蚜虫数量的严重爆发——这是一次没有相似记录的大爆发。

另外几次喷药中，虽然我们有理由相信这些化学药物对要控制的昆虫是有效的，但是它们却打开了一个盛满灾难的盒子，盒子里装满了前所未有的大量的昆虫制造了这一麻烦。例如，当DDT及其他杀虫剂将红蜘蛛的敌人杀死之后，红蜘蛛实际上变成了世界性的害虫。红蜘蛛不属于昆虫。它是一个有着几乎看不到的八条腿的物种，与蜘蛛、蝎子和虱子同属一类。它有着适合刺入和吮吸的口器和一个摄取叶绿素使世界变绿的惊人胃口。它把那细小的、尖锐的口器刺入叶子和常绿针叶的外层细胞来吸取叶绿素。这种缓慢的侵染使得树木和灌木林染上了像胡椒盐颜色似的斑驳色点；在一大群红蜘蛛的作用下，叶簇会转黄并掉落。

这就是几年前发生在美国一些西部国家森林里的事，那是在1956年，当时美国森林服务处对约885000英亩的森林喷洒了DDT。喷药的目的是为了控制云山卷叶蛾，然而在那年夏天，一个比云山

卷叶蛾更具危害性的问题出现了。从空中对森林进行考察，就可以看见巨大的枯萎面积，那正是雄伟的花旗松在逐渐变黄，它们的针叶也掉落了。在海伦娜国家森林和大贝尔特山的西坡上，以及在蒙大拿州和沿爱达荷州的其他地区中，那里的森林看起来就像被烧焦了一样。很明显，1957年的这个夏天发生了史上最严重、最惊人的红蜘蛛的侵染。几乎所有喷药的地区都受到了害虫的影响。没有其他地方再有明显的受灾。搜寻发生过的先例，守林员能想起红蜘蛛造成过灾难的情况，但都不及这次的引人关注。1929年的黄石公园麦迪逊河流沿岸，20年后的科罗拉多州，以及1956年的新墨西哥州，都出现过类似的麻烦。每一次害虫的爆发都是紧跟着对森林喷洒杀虫剂后发生的。（1929年的喷药是在DDT时期之前发生的，当时使用的是砷酸铅。）

为什么红蜘蛛在使用杀虫剂后反而增长更迅速了呢？除了红蜘蛛对杀虫剂相对不敏感这一明显的事实外，应该还有两个其他原因。自然界中，红蜘蛛的数量受到了多种捕食者的制约，例如，瓢虫、一种五倍子蝇、食肉螨类和几种掠食性臭虫，所有这些昆虫对杀虫剂都极为敏感。第三个原因必然与红蜘蛛种群内部的数量压力有关。一个不受干扰的红蜘蛛群体是一个密集的稳定的团体，他们在躲避敌人的防护带中挤成一团。喷药之后，这个红蜘蛛群体就解散了，这时红蜘蛛虽然没被化学药物杀死却受到了刺激，它们便分散开来寻找不受干扰的栖身之所。它们这样做就能得到比之前群体更加充裕的空间和食物。红蜘蛛的敌人死了，它们就没有必要把精力花费在秘密的防护带上了。它们集中精力繁殖后代。它们的产卵量增加三倍也就很正常了，这一切都得益于杀虫剂的效果。

弗吉尼亚州的雪多伦亚河谷是著名的苹果种植区，当DDT 开始替代砷酸铅时，一种叫作红带卷叶蛾的小型昆虫成群发展起来，给种植者们带来了灾害。它的危害过去从来没有像这样严重过；很快它的“通行费”就增加到了需要付出50%的庄稼，而且当DDT使用量增加后，不仅在这个地区，还在美国中部和中西部大部分地区，它都迅速变成了对苹果树最具破坏性的害虫。

这种情况充满了讽刺意味。20世纪40年代后期，新斯科舍的苹果庄园之中，受苹果蠹蛾（引起“多虫苹果”）侵染最为严重的苹果树出现在那些定期喷药的果园里。而在未曾喷过药的果园里，苹果蠹蛾并未多到足以造成真正的麻烦。

积极喷药在苏丹东部得到了相似的差强人意的回报，那里的棉花种植者对DDT有一个痛苦的经验。大约60000英亩的棉花是在盖斯三角洲的灌溉下生长的。早期DDT的试用得到了明显的成效，于是喷药就加强了。这就是以后麻烦的开始。对棉花最具破坏性的敌人之一就是棉铃虫。但是，对棉花喷的药越多，就会有越多的棉铃虫出现。与喷过药的棉田相比，未喷药的棉田的棉桃和后来的成熟棉铃所遭受的损害要小，而且在喷过两次药的棉田里，棉籽的产量明显下降了。尽管一些食叶昆虫被消灭了，但是任何可能因此而得到的好处也被棉铃虫的危害完全抵消了。最后，棉花种植者不得不面对这个不愉快的事实，如果当初他们不给自己找麻烦，不花钱喷药的话，他们棉田的棉花产量会比现在要多得多。

在比属刚果和乌干达，大量使用DDT来对付咖啡灌木丛上的害虫的后果几乎是“毁灭性的”。害虫本身几乎没有受到DDT的任何影响，但是它的捕食者却对DDT十分敏感。

在美国，喷药破坏了昆虫世界的种群动态，农民反复地用一种昆虫敌人换取更加恶劣的昆虫敌人。近期实施的两个大规模喷药计划恰恰有这个作用。一个是美国南部的消灭火蚁计划；另一个是为了消灭中西部的日本甲虫。

1957年在路易斯安那州的农田里大规模地使用七氯后，其后果就是释放了甘蔗的最凶恶的敌人之一——蔗螟。在使用七氯后不久，蔗螟的危害急剧增加。用于杀死火蚁的化学药物却杀死了蔗螟的敌人。甘蔗遭到了十分惨重的破坏，以至于农民都要设法控告路易斯安那州，因为该州没有警告他们可能发生的后果。

伊利诺斯州的农民也得到了同样的惨痛教训。为控制日本甲壳虫，伊利诺斯州的农田里大量喷洒了狄氏剂的毁灭性喷液，而这之后，农民们发现在喷药地区，玉米螟大规模地增长起来。事实上，在这片地区的农田里生长的玉米含有的这种昆虫破坏性的幼虫数是其他地区的两倍左右。那些农民或许还不清楚所发生的事情的生物学原理，但是他们不需要科学家来告诉他们说他们买了一个高价货。他们在试图除掉一种昆虫时，却给自己带来了更具破坏性的昆虫。据农业部预计，日本甲虫在美国造成的损失约为每年1000万美元，而玉米螟造成的损失可达8500万美元。

值得注意的是，人们过去一直在很大程度上依靠自然力量来控制玉米螟。在1917年，这种昆虫被意外地从欧洲引入美国，此后的两年中，美国政府就进行了收集和进口这种害虫的寄生虫的严密计划。从那时起，24种以玉米螟为宿主的寄生虫以一笔可观的代价由欧洲和东方引入美国。其中5种昆虫被认为在控制玉米螟方面有明显的价值。不用说，所有这些工作的成果现在受到了威胁，因为玉米

螟的敌人已经被喷药杀光了。

如果这听起来很荒唐，那就想想加利福尼亚州柑橘园的情况吧。在19世纪80年代，世界上最著名最成功的生物控制案例就是在那里实施的。1872年，一种以橘树树汁为食的蚧壳虫出现在加利福尼亚，在随后的25年里，这种昆虫发展成具有强大破坏性的虫灾，以至于果园里的很多水果作物毫无收成。新兴的柑橘业受到了这一破坏的威胁。很多农民放弃并拔出了他们的果树。后来，从澳大利亚引进了一种以蚧壳虫为宿主的寄生昆虫，叫作澳洲瓢虫。第一批瓢虫引入后的两年内，加利福尼亚所有柑橘种植区内的蚧壳虫已完全处于控制之中。从那时起，一个人在橘树林中找几天也不会找到一个蚧壳虫了。

然而在20世纪40年代，柑橘种植者们开始试用表面光鲜的新型化学药物对付其他昆虫。随着DDT以及更具毒性的化学药物的使用，加利福尼亚很多地区的澳洲瓢虫都被清除干净了。澳洲瓢虫的引进花费了政府仅仅5000美元，它们却能为果农每年挽回几百万美元，但是一时的掉以轻心就使这笔收益化为乌有了。蚧壳虫的侵扰迅速卷土重来，它所造成的灾害超过了50年来的任何一次。

“这可能标志着一个时代的结束。”在里弗赛德柑橘试验站工作的保尔·德巴赫博士这样说道。如今，这种蚧壳虫的控制工作已经变得极其复杂了。澳洲瓢虫只有通过反复投放和极其小心的喷药计划使其尽量减少和杀虫剂的接触，它们才能存活下来。不管柑橘种植者们做什么，他们多多少少都要顾及临近田地的所有者们，因为杀虫剂的飘散会带来严重损害。

所有这些例子都和攻击农作物的昆虫有关。那些传播疾病的昆虫怎么样呢？在这方面早就有过警告。例如，在南太平洋的尼桑岛上，在第二次世界大战期间，喷药一直密集地进行着，但是在战争结束时就停止了。一时间，成群传播疟疾的蚊子重新侵入该岛。当时，所有捕食蚊子的昆虫都被杀光了，新的种群还没有时间发展起来。因此，蚊子大量爆发是显而易见的。马歇尔·莱尔德描述了这一情形，他把化学控制比作一辆脚踏车；一旦我们踏上，就会因为害怕后果而停不下来。

在世界上一些地方，疾病能以完全不同的方式和喷药发生联系。出于某种原因，像蜗牛一样的软体动物看来几乎不受杀虫剂的影响。这一现象已多次被观察到。在佛罗里达州东部，对盐沼地喷药而造成的生物大屠杀中，唯有水生蜗牛存活了下来。那种景象就像描述的那样是一幅骇人的画面——像是由超现实主义者的画刷创造出来的东西。蜗牛在死鱼的尸体和垂死的螃蟹中挪动，吞食着死于致命毒雨的遇难者。

但是，这为什么重要呢？这一现象之所以重要是因为，许多水生蜗牛充当着危险的寄生蠕虫的宿主，这些蠕虫在它们的生命周期中，一部分时间在软体动物中度过，一部分时间在人体中度过。吸血虫就是一个例子，它们通过饮用水或当人们在感染的水里洗澡时穿过皮肤进入人体。吸血虫就是通过蜗牛宿主进入水体的。这种疾病在亚洲和非洲部分地区尤其盛行。吸血虫出现的地方，有利于昆虫大量增长的昆虫控制方法很有可能会导致严重的后果。

当然，人类并不是由蜗牛传播的疾病的唯一受害者。牛、绵羊、山羊、鹿、麋鹿、兔子和各种其他的温血动物中的肝病都可能

是肝吸虫引起的，这种肝吸虫的部分生命周期是在淡水蜗牛体内度过的。受到这些蠕虫感染的动物肝脏不再适合作为人类食物，而且照例要被没收。这样的废弃食材使得美国牧牛人每年损失350万美元左右。任何会引起蜗牛数量增长的行为显然会使得这一问题变得更加严重。

在过去的十年中，这些问题已经投下了一个长长的阴影，然而我们认识到这一问题却十分缓慢。那些大多数最适合去发展自然控制并协助付诸实践的人却一直过分忙于在葡萄园里实施更具刺激性的化学控制。据报道，1960年美国只有2%的经济昆虫学家在从事生物学控制方面的工作。其余98%的主要人员都受聘去研究化学杀虫剂。

为什么会这样呢？主要的化学公司正向大学里投入大量金钱来支持杀虫剂的研究。这就产生了吸引研究生的奖学金和具有吸引力的工作职位。另一方面，生物学控制研究从未被授予这样的帮助——原因很简单，他们不许诺任何人会像在化学工业中那样发大财。这些工作就留给了州和联邦机构的工作人员，这些地方的薪水要低很多。

这种情况也就解释了一个不那么神秘的事实，即某些杰出的昆虫学家正主导提倡化学控制。对这些人中的某些人进行背景调查时发现，他们的整个研究项目都是由化学工业资助的。他们的专业威望，有时甚至他们的工作本身都依赖于化学方法而得以长存。那么我们还能期望他们会咬那只喂给他们食物的手吗？但是在知道了存在的偏见之后，我们能给予他们认为杀虫剂是无害的抗议多少信任呢？

在为化学药物成为主要的昆虫控制方法的普遍欢呼声中，只有少量的报告是由那些少数的昆虫学家发表的，他们没有忽视他们既不是化学家也不是工程师，而是生物学家的事实。

英国的F·H·雅各布声称："众多所谓的经济昆虫学家的活动可能会使人相信最后的拯救就存在于喷雾器的喷头……他们相信，当他们制造出昆虫再起、昆虫抗药性和哺乳类动物中毒的问题之后，化学家们就会研究出另一种药物来治理。这种观点在这里并不成立……最终只有生物学家才能提供出害虫控制的基本问题的解决方法。"

"经济昆虫学家必须意识到，"新斯科舍的A·D·皮克特写道，"他们是在和活的东西打交道……他们的工作不应该是简单的杀虫剂测试或寻求具有高度破坏性的化学药物。"皮克特博士就是致力于研究全面性昆虫控制方法的先锋，这种方法充分利用了捕食性和寄生性昆虫。我们只有在这个由加利福尼亚的昆虫学家发明的综合控制计划中才能在这个国家找到一些有可比性的东西。

大约35年前，皮克特博士在新斯科舍的安纳波利斯河谷的苹果园里开始了他的研究工作，那里曾经是最密集的水果种植区域。在那时，人们相信杀虫剂——当时是无机化学药物——能够解决昆虫控制的问题，人们还相信唯一要做的是向水果种植者们介绍如何遵照推荐的方法使用。但是这个美好的憧憬没能实现。不知为何，昆虫仍在苟延残喘。人们投入新的化学药物，发明了新的喷药设备，喷药的热情持续增长，但是昆虫问题没有任何好转。后来DDT承诺说会"驱除"苹果蠹蛾爆发的"噩梦"。但DDT的使用真正带来的却是一场史无前例的螨虫灾害。"我们只是从一场危机进入另一场

危机，用一个问题换来另一个问题。”皮克特博士说道。

然而在这一方面，皮克特博士和他的同事们闯出了一条新的道路，他们摒弃了其他昆虫学家的老路，那些昆虫学家还在追寻着鬼火般的越来越毒的化学药物。意识到他们在自然界有一个强大的盟友，皮克特博士和他的同事们设计了一个规划，那就是将最大限度地使用自然控制与最小限度地使用杀虫剂相结合。即使是在不得不用杀虫剂时，也只使用最小的剂量，使其刚刚足够控制害虫而不至于对益虫造成不可避免的伤害。合适的洒药时机也包括在内。如此一来，如果尼古丁硝酸盐是在苹果花变成粉色之前而不是在其变色之后喷洒，那么一种重要的捕食性昆虫就能幸存，这可能是因为在苹果花变色之前它还处在虫卵阶段。

皮克特博士对化学药物的挑选极为注意，使其对寄生性和捕食性的昆虫产生的危害尽可能小。“当我们到了把DDT、对硫磷、氯丹以及其他新型杀虫剂的使用当作日常控制措施时，就如过去我们使用无机化学药物那样，对生物控制方法感兴趣的昆虫学家也就承认失败了。”他说。他没有使用那些具有强毒性并且用途广泛的杀虫剂，相反，他主要依赖鱼尼丁（来源于热带植物的地下茎叶）、尼古丁硫酸盐和砷酸铅。在某些情况下只使用相当低浓度的DDT和马拉硫磷（每100加仑中加入1到2盎司，而通常是每100加仑中加入1磅或2磅）。尽管这两种农药是现代杀虫剂中最不具毒性的，皮克特博士仍希望通过进一步的研究能用更加安全、更有选择性的物质来替代它们。

这个规划进展如何呢？新斯科舍的果园栽培者遵循皮克特的改良喷药计划后，他们生产出了大量的一等水果，和那些大量使用化

学药剂的种植者的产出一样多。他们也得到了同样多的好水果。另外，他们实际上花费更少。新斯科舍的苹果种植者在杀虫剂上的经费，只相当于大多数其他苹果种植区经费的10%到20%。

比这些辉煌成果更加重要的事实是，经这些新斯科舍的昆虫学家改良过的喷药计划不会破坏大自然的平衡。它正朝向由加拿大昆虫学家G·C·乌里耶特10年前提出的哲学观点顺利发展，他曾说过："我们必须放弃我们的哲学观点，放弃认为人类有优越性的态度，并承认在很多情况下我们在自然环境中找到的控制生物种群的设想和方法，会比我们自己的方法更加经济合理。"









如果达尔文现在还在世的话，昆虫世界在他适者生存的法则之下表现出来的令人震惊的多样性会让他既欣喜又惊讶。在大密度的化学喷剂的重压下，昆虫数目较少的成员逐渐被淘汰。现在很多地区，很多物种中，只有足够强大和适应性强的昆虫还在公然抵抗人类试图对它们的控制。

近半个世纪前，华盛顿州立大学的昆虫学教授A・L・梅兰德，提出了现在看来无须回答的问题——“昆虫会对化学喷剂逐渐产生抵抗性吗？”如果对梅兰德来说问题的答案还不明确或来得太迟，那仅仅是因为他这个问题问得太早了——他是在1914年问的而不是在40年以后。在前DDT时代，无机化学的用量在现在看来还是极其谨慎的，却到处培育了多种可以在化学喷剂或粉剂下生存的昆虫。梅兰德也在对付圣约翰虫时遇到了问题，这通过几年喷洒石硫合剂才得到了有效的控制。后来在克拉克斯顿地区，这种昆虫问题变得十分棘手，它们比韦纳奇和雅基马山谷以及其他地方的昆虫都更难杀死。

突然之间，这个国家其他地区的蚧壳虫达成共识:在果树栽培者勤勤勉勉大方自由喷洒的石硫合剂的喷雾中它们仍可以活下来。中西部数千英亩肥沃的果园大多数都被对化学喷剂免疫的昆虫摧毁了。

在加利福尼亚，一个历史悠久的方法是，在树上放上用氢氰酸熏过的帆布帐篷，但是这在部分地区效果不佳，正因这个问题，加利福尼亚柑橘试验站进行了一项研究调查，调查从1915年开始，一直进行了25年。虽然40多年里砷酸铅一直能有效对付苹果蠹蛾，但是自20世纪20年代起，它们也变得有抗药性了。

但是，直到DDT及其衍众多生物的出现才真正进入了抗药性时代。在短短几年时间内一个丑陋而又危险的问题就会暴露无遗，即使只有简单的昆虫知识或者动物种群动力学知识的人也不会对此大惊小怪。昆虫对极具攻击的化学药物有抵抗能力，人们慢慢地认识到了这一事实。然而只有那些与携带病毒的昆虫有联系的人才察觉到了这一情况的严重性；绝大多数农业学家还天真地寄希望于新型的更具毒性的化学药剂，即使眼前的困境也正因为这些似是而非的理由造成。

如果说人们对昆虫抗药性这一现象的理解比较缓慢的话，抗药性的发展却恰恰相反。在1945年以前，为人所知的只有十多种昆虫是对前DDT时期的任何杀虫剂具有抗药性的。随着新的有机化学药品及其广泛应用的新方法的出现，昆虫抗药性出现了迅猛增长，在1960年，具有抗药性的昆虫达到惊人的137种。没人相信增长会即将停止。就此论题，已有超过1000篇学术论文相继发表。世界卫生组织在世界各地大约300位科学家的帮助下，宣布道：“抗药性是目前为止定向控制工程面临的最重要的问题。”英国动物种群方面著名

学者查尔斯·艾尔顿教授说过："我们很可能听到了最终会成为大雪崩的早期隆隆声。"

有时，抗药性发展得太过迅速，一个关于通过某种化学药剂而成功控制一种昆虫的报告墨迹未干，另一个修正报告就要发表。举个例子，在南非，蓝蜱长期以来一直困扰着牧牛人，仅仅一个大牧场中，一年之中就有600头牛因此而死。这种昆虫多年以来已经对砷化合滴液产生抗药性。后来使用苯类的六氯化合物，在短时间内非常有效。于是在1949年年初发表的报告称抗砷昆虫可以被新化学药剂完全控制；同一年后期，昆虫抗药性已经得到提升，这一惨淡报告不得不公之于众。这一现象引起一名作家在1950年《皮革交易回顾》中评论道："如果昆虫抗药性的重要性为人所了解的话，那么像这样在科学界中悄悄流露出来并只在海外新闻中占据着小板块的新闻已经足够和那些有关新原子能炸弹的头条新闻相提并论了。"

尽管昆虫抗药性是农业学和林业学的议题，但是它却在公共卫生邻域引起了极其严重的不安。各种各样的昆虫和人类众多疾病之间有着古老的联系。蚊子中的按蚊能够向人类血液中注射疟疾中的单细胞生物。其他一些蚊子会传播黄热病。还有一些蚊子会携带脑炎病毒。家蝇虽不叮人，却会通过接触而使食物沾染痢疾杆菌，并且在世界上的很多地方家蝇在眼病的传播中起着至关重要的作用。疾病及其昆虫携带者即带菌者中包括传播斑疹伤寒症的体虱、传播瘟疫的鼠蚤、传播非洲睡眠病的采采蝇以及传播各种发热病的扁虱，以及不可计数的其他种类。

这些是我们一定会遇到的重要问题。任何负责任的人都不会主张忽视虫媒疾病。现在出现的紧急问题是，用急速恶化这些问题的

方法来解决它们是否明智，是否负责任。现在世界上通过控制感染的昆虫媒介而抵抗疾病的成功案例比比皆是，但却极少听过这些案例的另一面——种种失败和短暂的胜利，这恰恰有力地证明了这个惊人的观点，昆虫敌人已经在我们除虫的努力下变得更加强大了。更糟糕的是，我们可能已经摧毁了我们自己的抵抗方法。

加拿大的杰出昆虫学家，A·W·A·布朗教授，受聘于世界卫生组织进行关于抗药性问题的全面调查。在1985年出版的最终专题论文中，布朗教授这样写道："在向公共健康工程中引入强效型人造杀虫剂还不到十年，主要的技术问题就已经成为昆虫对这些曾用来控制他们的杀虫剂的抗药性的发展。"在他发表的专题论文中，世界卫生组织警告道："现在人们对由节肢动物引起的如疟疾、斑疹伤寒、鼠疫和瘟疫这样的疾病进行的有力进攻正在面临着严重的倒退，除非这一新问题能被迅速解决。"

这个倒退的程度如何呢？具有抗药性的昆虫的种类现在已经包括了具有医学重要性的所有昆虫。黑蝇、沙蝇、采采蝇很明显还没对化学物质产生抗药性。另一方面，家蝇和体虱的抗药性已经发展至全球范围。蚊子的抗药性已经威胁到了疟疾控制计划的进行。东方鼠蚤是鼠疫的主要传播者，最近已经表现出对DDT产生抗药性，这是最严重的发展。不同国家对很多种昆虫抗药性有了报道，这些国家代表着每个大陆和大多数岛屿。

在医学上使用现代杀虫剂可以说最早是出现在1943年的意大利，当时盟军政府在一大批人身上喷洒DDT，成功消灭了斑疹伤寒。接着，两年以后，为了控制疟疾蚊子进行了大量的残留喷洒。仅仅一年之后，第一个麻烦的征兆出现了。家蝇和库蚊都对喷剂表

现出了抗药性。1948年，一种新的化学药物——氯丹，作为DDT的增补剂被使用。这一次，良好的控制持续了两年，但在1950年8月，抗氯丹的苍蝇出现了，到那年年底，所有的家蝇和库蚊都对氯丹产生了抗药性。新的化学药剂一旦使用，抗药性就立马随之发展起来。在1951年年底，DDT、甲氧DDT，氯丹、七氯和六氯化苯都已经加入失效的化学药剂的名单中。与此同时，苍蝇却“多得出奇”。

20世纪40年代后期，同样的连环事件在撒丁岛上重演。丹麦在1944年首次试用含DDT成分的产品；到1947年，很多地方对苍蝇的控制都以失败告终。在埃及的一些地区，早在1948年苍蝇已经对DDT产生抗药性了；BHC作为替代药剂，有效期也没有超过一年。埃及一个村庄极其突出地反映出了这一问题。在1950年杀虫剂对苍蝇有很好的控制，而在同一年中，幼虫死亡率就减少了近50%。次年，苍蝇对DDT和氯丹已经有了抗药性。苍蝇数量又恢复至原有水平，幼虫死亡率也恢复了。

在美国，田纳西流域的苍蝇在1948年时对DDT已经有了抗药性。其他地区也跟着出现相同情况。利用狄氏剂恢复控制的努力没有成功，因为在一些地区苍蝇在短短两个月时间内就对化学药剂有了抗药性。在使用了所有可用的氯化氢类药剂之后，控制机构转向了有机磷类，但这一次，抗药性的故事又重新上演。专家们目前的结论是：“家蝇控制问题已经躲过了杀虫剂技术，必须重新依靠一般卫生措施。”

那不勒斯对体虱的控制是DDT最早、最出名的成效之一。在随后的几年里，与之媲美的是，在1945年到1946年冬天DDT成功控制了危害日本和朝鲜大约200万人的虱子。1948年西班牙对斑疹伤寒

流行病控制的失败预示着将来可能会遇到的问题。尽管这次实践失败，但是鼓舞人心的室内试验结果让昆虫学家们相信虱子不太可能发展出抗药性。1950年到1951年冬天，发生在朝鲜的事却让人十分震惊。在一批朝鲜士兵身上试用DDT粉剂之后，得到的结果让人难以置信，虱子的侵染性反而增强了。将虱子收集并检测后发现，5%的DDT粉剂无法使虱子的自然死亡率提高。从东京的游民、伊塔巴舍收容所、叙利亚、约旦和埃及东部难民营收集的虱子也得到了同样的结果，证实了DDT在控制虱子和斑疹伤寒的无效性。到1957年有抗药性虱子的国家名单已经扩展到包括伊朗、土耳其、埃塞俄比亚、西非、南非、秘鲁、智利、法国、南斯拉夫、阿富汗、乌干达和坦噶尼喀，最初在意大利的胜利光芒真的已经暗淡下来了。

第一种对DDT产生抗药性的疟蚊是希腊的萨氏按蚊。始于1946年的大量喷洒药剂的方法取得了最初的成功；然而到1949年，观察者们发现大量成年蚊子聚集在道路桥梁下停歇，但是它们不在喷洒过农药的房屋和马厩里。蚊子在室外停留的习惯很快拓展到了洞穴、外屋、阴沟以及橘子树的叶丛和树干上。显而易见，成年蚊子已经对DDT有足够的耐药性，使得它们能从喷洒过农药的建筑逃出来并在露天休息和康复。几个月后，它们就已经能待在屋里了，人们还发现它们在喷洒过农药的墙壁上停歇。

这是一个已经发展起来的极其严重情况的预兆。疟蚊的抗药性以惊人的速度发展，这一发展正是由旨在消灭疟疾的房屋喷洒计划的彻底性引起的。1956年，仅有5种蚊子表现出了抗药性；到1960年年初，有抗药性的蚊子种类已经从5种增长到了28种！其中包括在西非、中东、中美洲、印度尼西亚和中欧地区非常危险的疟疾传播者。

在传播疾病的其他蚊子中，这一模式在不断循环。一种携带如象皮病等多种疾病寄生虫的热带蚊子现已在世界上的很多地方变得有强抗药性。在美国一些地区，传播西方马脑炎的蚊子已经具有抗药性。一个更严重的问题与黄热病的传播者有关，几个世纪以来，黄热病都是世界性的大灾难。这种蚊子抗药性的发展已经出现在东南亚，而如今在加勒比地区这已经是普遍现象。

来自世界许多地方的报告显示了昆虫抗药性对疟疾和其他疾病产生的影响。1954年在特立尼达暴发的黄热病就是紧随着因蚊子产生抗药性而治蚊失败所发生的。在印度尼西亚和伊朗，疟疾又死灰复燃。在希腊、尼日利亚和利比亚，蚊子得以生存下来，并继续传播疟原虫。

在格鲁吉亚，通过控制苍蝇而取得的腹泻发病率减少的成果在一年内就不复存在了。而在埃及，同样是通过暂时控制苍蝇所获得的急性结膜炎病情减少的成果，也没有坚持到1950年以后。

佛罗里达州的盐沼蚊子也表现出了抗药性，这一问题对人类健康来说并不严重，但从经济价值上衡量的话却十分伤脑筋。虽然这些蚊子中没有病毒携带者，但是它们蜂拥而出吸食人血，使得佛罗里达海岸沿线大片区域成了无人居住区，直至控制——一个不容易但是暂时性的控制手段实施之后，这一情况才有所改变。但是很快就失效了。

各处的普通家蚊都在产生着抗药性。鉴于此，许多正在定期大规模喷洒农药的社区应该被叫停。在意大利、以色列、日本、法国以及包括加利福尼亚、俄亥俄、新泽西和马萨诸塞州在内的美国部分地区，这种蚊子已经对多种杀虫剂产生抗药性，其中DDT几乎是

被最普遍使用的。

扁虱是又一个问题。木扁虱是脑髓炎的传播者，现在已经具有抗药性；棕色狗蜱对化学药剂的抵抗能力已经完全广泛地建立起来了。这不仅对人，也对狗造成了困扰。棕色狗蜱是亚热带生物，当它出现在像新泽西这样的北方时，它就必须在比室外暖和得多的建筑物里过冬。美国自然历史博物馆的约翰·C·帕里斯特在1959年夏天报告说，他的部门接到很多来自与西部中央公园相邻住家的电话。帕里斯特先生说："整个公寓楼经常会传染上扁虱幼虫，并且很难除掉它们。一只狗在中央公园里不小心染上扁虱，然后这些扁虱就会产卵并在公寓里孵化。它们好像对DDT、氯丹和我们大多数现代药剂都有免疫性。以前在纽约市出现扁虱是很不寻常的事，可是现在它们到处都是，布满了长岛和韦斯切斯特，还蔓延到了康涅狄格。在过去的五六年中，我们特别注意到了这一情况。"

遍布北美许多地区的德国蟑螂已经对氯丹有抗药性了，氯丹曾经一度是灭虫者们最得心应手的武器，但他们现在不得不改用有机磷了。然而，最近昆虫对这些杀虫剂抗药性的逐步发展给灭虫者提出了一个新的问题：下一步该怎么办？

随着昆虫抗药性的不断提高，与虫媒疾病相关的机构如今不得不通过用一种杀虫剂替代另一种杀虫剂的方法来解决问题。但是这种方法不能无限期地进行下去，除非化学家们在提供新药品上具有独创性。布朗教授曾经指出，我们正行驶在"一条单行道"上。没有人知道这个单行道有多长。如果在成功控制携病昆虫之前，我们已经走到路的尽头，那么我们的处境就很危险了。

对于侵袭农作物的昆虫来说，情况是一样的。

有十几种农业昆虫对早期无机化学剂有抗药性，现在这份名单上又增加了一大群其他具有抗药性的昆虫，这些昆虫对DDT、BHC、林丹、毒杀芬、狄氏剂、艾氏剂甚至包括人们曾经寄予厚望的磷都具有抗药性。在破坏庄稼的昆虫中，具有抗药性的昆虫已经于1960年达到了65种。

农业昆虫对DDT产生抗药性的第一批案例出现在1951年的美国，那时距DDT首次使用大约有六年的时间。最令人头疼的情况大概就是和苹果蠹蛾相关的，这种昆虫实际上已经在全世界所有苹果种植区对DDT产生了抗药性。卷心菜昆虫的抗药性正制造着又一个严重的问题。在美国很多地区，马铃薯昆虫正在逃脱化学药物的控制。六种棉花昆虫、各式各样的蓟马、水果蛾、叶蝉、毛毛虫、螨虫、蚜虫、铁线虫等多种昆虫现在对农民喷洒的化学药剂的袭击已经视若无睹了。

化学工业行业现在不愿面对抗药性这一不愉快的事实，这也许可以理解。甚至在1959年，已经有超过100种主要昆虫对化学药物有抗药性，农业化学方面的一家主流杂志在论及昆虫时却还在说“是真的还是想象出来的”。然而，当化学工业行业满怀希望地回避这个问题时，问题并不会就这样消失，它甚至还带来了一些不愉快的经济现实问题。其中之一就是，利用化学药物进行昆虫控制的成本正在稳步增长。如今已经不可能靠事先储备好的化学药物来应对昆虫了，因为今天看来十分有前景的杀虫化学药物有可能明天就会变成惨淡的失败。用于支持和推广杀虫剂的这笔可观的经济投资有可能会被取消，鉴于昆虫再次证明了对自然有效的手段从来都不是暴力这一道理。无论迅速发展的科技会为杀虫剂研制出什么样的

新用途和使用方法，人们会发现昆虫总是比人类先行一步。

达尔文可能也找不出比抗药性机制发展更好的例子来证明自然选择的原理了。始于同一原始种族的昆虫在身体结构、行为习惯以及生理机能上千差万别，只有“强悍的”昆虫才能从化学药物的攻击中生存下来。化学喷洒杀死了弱者，而幸存者们都具有某些天生的抗药性，使它们免于药物伤害。它们繁殖出的新一代通过简单的遗传作用，就拥有了祖先们先天的“强悍性”。于是大量喷洒的强效化学药剂使得原本要解决的问题更加糟糕，这一情况不可避免地就出现了。几代繁殖之后，原本由强者和弱者共同组合而成的混合种族就被一个由都具有强悍性和抗药性的昆虫混合而成的种族所替代。

昆虫抵抗化学药物的方法多种多样，现在还不为人们完全了解。有人认为能够抵抗化学控制的昆虫是得益于身体构造的优势，但是看来这种说法还没有确凿的证据。然而，从布里吉博士的观察结果中，一些昆虫的免疫性清楚地显现出来，他报告称，在丹麦的普斯林佛比泉害虫防治研究所观察到苍蝇“在DDT的包围中嬉戏，就像原始的巫师在烧红的炭上欢跳一样自在”。

世界上其他地方传来类似的报告。在马来半岛的吉隆坡，蚊子最初通过离开喷药区来躲避DDT的侵害。然而随着抗药性的发展，人们发现蚊子在DDT堆存处的表面停歇，用一个手电筒就可以清楚地看到。在台湾南部的一个军营里，具有抗药性臭虫的样本身上就有喷洒的DDT粉末。进行实验时，这些臭虫被放进一块浸渍了DDT的布里，它们存活了一个月之久；它们继而产了卵，而且孵出的幼虫还长大、长肥了。

尽管如此，昆虫抗药性却并不一定依赖于特殊的身体构造。对DDT有抗药性的苍蝇具有一种酶，可以使DDT转化为毒性较小的化学物质DDE。这种酶只产生于有抗DDT药性的遗传因素的苍蝇身上。这种因素当然是具有遗传性的。苍蝇和其他昆虫如何对有机磷类化学药物起到解毒作用这一问题，现在还不是很清楚。

昆虫的活动习性也会使其免于和化学药物的接触。许多工作人员注意到，比起喷洒过药物的墙壁，具有抗药性的苍蝇更倾向于停歇在没有喷过药的地面上。有抗药性的苍蝇可能有在表面飞行的习惯，总是停落于一个地点，这极大地减少了和残留毒物的接触频率。一些疟蚊的习惯大大减少了它们在DDT下的暴露，这样实际上可以免于中毒。为化学喷剂所刺激，它们远离棚屋，生活在室外。

通常情况下，昆虫抗药性需要两到三年发展起来，虽然有时只需要一个季度或者更短的时间。在另一种极端情况下，也可能需要六年之久。一种昆虫在一年之内繁殖的代数是很重要的，这根据昆虫种类和气候的不同而有所变化。例如，加拿大的苍蝇比美国南部的苍蝇的抗药性发展得缓慢一些，因为美国南部有漫长炎热的夏天，有利于昆虫高速繁殖。

有时，一个充满希望的问题会被提出来：“如果昆虫都能对化学药物变得有抵抗力，那么人类有可能变得有抗药性吗？”理论上说，人类是可以的；但是这会花费上百年甚至上千年的时间，所以对那些活着的人来说这根本给不了什么慰藉。抗药性不是在个体中发展起来的。如果一个人在出生时就具备比其他人更不容易中毒的特性，那么存活下来并且繁育后代的可能性就更大。因此，抗药性是在一个群体中经过几代或者许多代的时间才能产生的特性。人类

的繁殖速度大约为每世纪三代，但是昆虫产生新一代只需要几天或几周。

“承受少量的损失，应优先于在一段时间内避免任何损失但在长远来看失去对抗方法，这在一些案例中是更加明智的选择。”这是布里吉博士在荷兰任植物保护服务处主任时给出的忠告，“实用的忠告应该是‘尽可能少喷药’而不是‘尽量多喷药’……施加给对害虫种群的控制的压力应该尽可能地减小。”

不幸的是，这种看法并没有在美国相关的农业服务处盛行起来。农业部1952年的整本《年鉴》专门论述了昆虫问题，承认了昆虫具有抗药性这一事实，但是又说道：“所以为了控制昆虫，我们需要更频繁、更大量地使用杀虫剂。”农业部没有说，当只剩下那些不仅会消灭地球上所有昆虫，甚至会消灭地球上所有的生命的剧毒化学药物还未被试用时，将会发生什么。但是，1959年，仅仅是给出忠告的7年之后，康涅狄格州一位昆虫学家的话被《农业与食品化学杂志》引用，大意是最新的化学药物只对一两种害虫做试验就上市使用了。

布里吉博士说：

我们正行驶在一条危险的道路上，这是再清楚不过的了。我们将不得不在其他控制措施方面做大量研究，这些控制措施必须是和生物学相关的，而不是化学。我们的目标应该是引导自然变化过程，使其尽量往我们想要的方向上发展，而不是使用暴力……

我们需要的是更高尚的方向定位和更深层次的洞悉力，这正是我在很多研究者身上所未看到的。生命是一个超越我们理解能力的奇迹，即使有时我们不得不与之抗争，我们仍需尊重它……用诸如

杀虫剂这样的手段作为武器来控制昆虫，恰恰证明我们缺乏知识和能力，不能引导自然变化过程，而使用暴力也无济于事。在科学上，我们需要的是谦虚，没有任何理由可以骄傲自负。











另一条道路

我们现在到达了一个分岔路口。但是这与罗伯特·弗罗斯特广为人知的诗中提及的路却不尽相同。我们长期以来跋涉的路表面看起来容易，仿佛我们在平坦的高速路上驰骋，但路的尽头却尽是灾难。另一条分岔路——少有人走的那条——给我们提供了最后也是唯一的希望，让地球最终得以保存。

毕竟，这要我们自己做出选择。如果在历经众多磨难之后，我们最终维护了知情权，又如果我们知道要冒着无谓而可怕的风险，那么我们便不应该接受现在人们的建议而导致有毒化学物充斥整个世界；应该四处看看，留心还有哪些路。

除了用化学方法控制昆虫以外，还有其他各种各样奇妙的方法。有一些已经在使用中并成效显著。其他的还在实验验证阶段。另外还有一些在想象力丰富的科学家脑海中酝酿着，等待机会加以测试。所有的都有一个共通点：他们利用生物特性来解决问题，基于对生命体的理解而进行控制，并了解这些生命体的生活状况。广

阔的生物学中不同领域的专家们——昆虫学家、病理学家、遗传学家、生理学家、生物化学家和生态学家——都在做出贡献，全力运用自身知识和创意灵感打造生物控制的新学科。

约翰霍普金斯大学生物学家卡尔·P·斯旺森教授说：“任何一门科学都如河流。”它的开端隐约而不引人注目。它时而平缓，时而湍急；汛期与枯竭期并存；在许多研究者的共同努力下，各种思想如支流一般汇聚其中，流势渐强。陆续产生的新概念和结论又使得它朝纵深发展。

现代的生物控制学便是如此。在美国，它于一个世纪以前隐约萌芽，本意是引入给农民带来麻烦的昆虫之天敌，然而前期进展相当缓慢甚至毫无起色，但如今在已有的突出成绩推动之下，成效越发显著，速度亦越发加快。这门学科亦遭遇过枯竭期。在19世纪40年代左右，应用昆虫学的从业者目睹新杀虫剂的显著效果，放弃所有生物控制方法而重新踏上化学控制之路。但是，与实现“无昆虫世界”这一目标却渐行渐远。如今，人们终于发现，恣意地使用化学物对人类的威胁甚于对实现这一目标的威胁，生物控制科学的河流因而又开始流淌，并不断汲取新的思想之流。

在这些新方法中最引人注目的，就是利用一种昆虫自身的力量来控制它——利用昆虫的生命力作为动力来毁灭它。这些方法中，最了不起的就是由美国农业部昆虫研究所主任爱德华·尼普林博士和他的同事们发明的“雄性不育”术。

大约在25年前，尼普林教授提出的昆虫控制的独特方法曾一度让其同事震惊。他在理论中描述道，如果有可能将昆虫绝育并大量释放，绝育的雄性昆虫在某些特定情境下会与正常的雄性昆虫竞争

求偶而获得成功，在一次又一次的释放之下，将会逐渐产生未受精卵从而导致该昆虫种族的消亡。

该建议受到官僚制度的阻挠以及科学家们的质疑，但是它依然在尼普林教授的脑海中生根发芽。在进入测试前，一个要解决的主要问题是——找到一个使昆虫绝育的实用方法。在1916年，一位名为G·A·朗纳的昆虫学者报告说，X光的照射会使烟草昆虫不育。从那时开始，人们便从理论上得知X光的照射会使昆虫绝育。赫尔曼马勒关于X射线能引发变异的创始性工作为19世纪20年代新思想的产生开辟了广阔的道路，而在该世纪中叶，许多专业工作者在报告中称，X射线和伽马射线的辐射造成十多种昆虫绝育。

但这些均属于实验室中的实验，离付诸实践还有一定的距离。大约在1950年，尼普林教授开始全身心投入工作中，致力于将昆虫绝育作为武器铲除南方牲畜主要的昆虫天敌螺旋锥蝇。这种雌蝇将卵产在温血动物的伤口上。孵化过程中的幼虫属寄生性质，靠寄主的肉生存。要是一头成年公牛染上此类病，严重的话，不出十天就会死亡，据估计，每年美国的牲畜因此遭到的损失达到4000万美元。野生动物的死亡数更难统计，但是必然为数众多。得克萨斯州的某些地区鹿的数量少就是螺旋锥蝇造成的。这是一种热带或亚热带的昆虫，居住在美洲中部南部以及墨西哥，而在美国，仅居住于西南一带。然而，大约在1933年，这种昆虫偶然被传到了佛罗里达州，那里的气候让它们得以度过冬季并且繁殖。它们甚至闯入了南阿拉巴马州和乔治亚州，很快，所有东南方州的牲畜业都面临每年将近2000万美元的损失。

多年来，得克萨斯州农业部的科学家积累了大量的关于螺旋锥

蝇生活习性的资料。在1954年以前，尼普林博士在佛罗里达岛屿进行了一系列初步实地测试，使其准备好了对自己的理论进行全方位的测试。为此，尼普林博士与荷兰政府接洽后，动身前往加勒比海上的库拉索岛，那里与大陆之间被海面隔离至少50英里。

该项目于1954年8月开始启动，首先将在佛罗里达州农业部实验室里的螺旋锥蝇进行人工培养和不育处理，后运到库拉索岛，然后再每周通过飞机，以每平方英里400只蝇的密度释放出来。用于实验的山羊身上产的卵块几乎立刻减少，而卵块的受精率亦下降。释放后仅过了七周，螺旋锥蝇所产的卵均为未受精卵。不久，就再也看不到任何一个卵块了。从此，库拉索岛上的螺旋锥蝇被彻底消灭了。

库拉索岛上的试验取得了巨大成功，引起了佛罗里达州牲畜饲养者的兴趣，他们也想以同样的办法除去螺旋锥蝇的祸害。尽管相对而言，这个难度更大，因为其目标面积是加勒比小岛的300倍，但1957年美国农业部和佛罗里达州却愿意共同为消除螺旋锥蝇提供赞助。该项目涉及了在特殊搭建的“蝇工厂”内每周生产的大约5000万的螺旋锥蝇以及20架预设飞行模式的轻型飞机。这些飞机每天需飞行5到6小时，每架飞机上携带1000个纸箱，每个纸箱内装有200到400只受过辐射处理的螺旋锥蝇。

1957年到1958年那个寒冷的冬季，当佛罗里达州陷于冰天雪地之中时，正好为科学家提供了一个开启项目的绝佳机遇，因为此时螺旋锥蝇幼虫的数量正在下降，而且困在了一个比较小的活动范围内。历时17个月后，项目宣告结束，此时已在佛罗里达洲、乔治亚州及阿拉巴马州的某些区域释放了35亿个人工喂养已绝育的螺旋锥

蝇。最后一个有记载的由螺旋锥蝇引起动物伤口感染发生于1959年2月。随后几周又抓到几只成年蝇虫，但之后就再没有发现螺旋锥蝇了。东南部所有的螺旋锥蝇都已经被消灭了——这成功地展现了科学创造力的价值，也证明彻底的基础研究、坚持不懈的努力和顽强的意志所产生的巨大力量。

如今，密西西比州建起了检疫壁垒，以绝对确保螺旋锥蝇无法再次从西南方窜入。基于涉及面积之广以及螺旋锥蝇从墨西哥方向再次入侵的可能性，对螺旋锥蝇进行根除是一项艰巨的任务。并且，此举风险较高，农业部的想法貌似是要将螺旋锥蝇的数目控制在最低水平，并打算近期对得克萨斯州以及西南方疫情病区启动这一项目。

消灭螺旋锥蝇的项目获得巨大成功引起了科学家们将这种科学原理运用于消灭其他昆虫的兴趣。当然，并非所有昆虫都适用这一方法，大部分取决于昆虫的生存历史、分布密度以及对辐射的反应。

英国人已经进行实验，希望能将这一方法运用在消灭罗得西亚的舌蝇上。这种蝇的肆虐范围大约占了三分之一个非洲，对人类健康造成威胁，同时影响了大概450万平方英里树木繁茂的草原上牲畜的生存。这些舌蝇的生活习性与螺旋锥蝇截然不同，尽管也可以用辐射使其绝育，但是在启用这种方法之前依然有许多技术难题亟待解决。

英国已经对多种昆虫进行了辐射敏感性测试。美国科学家通过夏威夷的实验室里以及在偏远的罗塔岛的实地测试，发现这种方法用于消除瓜实蝇和东方及地中海的果蝇有着不错的效果。他们同样

对玉米螟和甘蔗螟进行了测试。并且，医学昆虫也有极大可能通过绝育来进行控制。一位智利科学家指出，尽管智利采用灭蚊剂对携带疟疾病毒的蚊子进行了处理，这种蚊子依然肆虐；也许释放绝育的雄性蚊子是灭蚊的最后一招。

通过辐射对昆虫绝育有着比较明显的困难，这导致人们寻找一种更为简单的方式来达成这一目的。如今，在化学绝育剂上掀起一股强烈的兴趣潮。

位于佛罗里达州的奥兰多农业实验室的科学家们在实验室研究甚至在一些实地试验中对家蝇进行绝育，将化学物质融入合适的食物当中。1961年佛罗里达群岛的某座岛屿上进行了一场测试，仅用了五周的时间就几乎将一种蝇类灭绝。当然这种蝇又从附近岛屿飞了过来。但是作为一个试验项目，这个测试是成功的。那么实验室对这种方法的前景难掩兴奋便不难理解。首先大家都知道，这种家蝇不受灭蝇剂的控制。无疑需要一种全新的控制方式。辐射绝育法的一个问题在于，这种方法不仅需要人工养殖，所需释放的绝育雄蝇的数量还需远超过外间的家蝇数量。这个在螺旋锥蝇身上可以实现，因为其数量并不太大。可是家蝇却不同，释放的数目几乎要是螺旋锥蝇的两倍，这是难以实现的，尽管数量的增加只需要很短时间。另外，一种化学绝育剂可以与诱饵物质相结合，引入家蝇的自然生存环境中；食用这种食物的昆虫会绝育，然后随着时间的推移，绝育家蝇将占据大多数，而昆虫会慢慢地将自己毁灭。

测试有绝育效果的化学物比测试化学毒药要难。评估这种化学物需要30天的时间——当然，尽管有些测试可以同时进行。然而在1958年4月至1961年12月，奥兰多实验室对几百种化学物的可能绝

育效果进行筛查。让人高兴的是，农业部发现了这些化学物当中，有一些表现出了可行性。

现在农业部的其他实验室接着研究这一问题，在厩螫蝇、蚊子、棉子象鼻虫以及各式各样的果蝇上对化学物进行测试。当时这些都处于测试阶段，但是几年后开启了化学绝育项目后，这些实验都成效显著。理论上，这一项目有着许多诱人的特征。尼普林博士指出，高效的化学昆虫绝育剂“能轻而易举地超越一些最好的灭虫剂”。想象这样一个场景，上百万的昆虫每一代都在以五倍的速度增长。灭虫剂可以杀死90%的昆虫，但是第三代以后的昆虫却有125000只可以存活。而相反，用化学剂能够使90%的昆虫绝育，剩下能存活的昆虫仅有125只。

可是另一方面是涉及了一些极度强大有力的化学剂。幸运的是，至少在这个项目的早期，接触化学绝育剂的工作者们留心寻找安全的化学剂以及安全的使用方式。然而，到处都有建议称，可以将这种化学剂做成空中喷雾——比如，在舞毒蛾幼虫食用的植物上镀上一层此类化学剂。 要进行这种程序，必须要对可能的危险进行全面推进研究，否则都是不负责任的做法。如果我们没有时刻记住化学绝育剂的潜在危险，那么很容易就陷入更大的困境中，甚于现在杀虫剂带来的威胁。

目前接受测试的绝育剂主要是两种类型，这两种的生效方式都十分有趣。第一种与生命过程或者说与细胞的新陈代谢是密切相关的；也就是说，它们与细胞或组织所需的一种物质十分相似，导致生物体错把它们当成真的代谢物而尝试将它们纳入正常的构建过程。但是这种匹配是错误的，因此导致过程的停滞。这些化学物被

称作抗代谢物。

第二组所包含的化学物作用于染色体，也许影响基因化学物并导致染色体分裂。这组的化学绝育剂是烷化剂，一种极端活跃的化学物，可以摧毁大量细胞，损害染色体，并产生变异。这是位于伦敦的切斯特·比蒂研究所的皮特·亚历山大博士的看法，他认为，任何能有效使昆虫绝育的烷化剂同样是强而有力的诱变剂和致癌物质。亚历山大博士认为， 无论如何使用这种化学剂对昆虫进行控制，都会遭到严重的反对。因此，希望当前的实验并非得出如何使用这些特定化学剂的方式，而是发现其他一些有效针对目标昆虫的并且更安全的化学剂。

一些最有趣的近期工作是关于其他一些方式，这些方式研究从昆虫自身生活过程中制造对付它们的武器。昆虫产生许多毒液、引诱剂和驱虫剂。这些分泌物的化学本质是什么呢？我们能否将它们当作选择性杀虫剂来加以利用？康奈尔大学以及其他地方的科学家们正尝试寻找这些问题的答案，研究许多昆虫保护自己不受捕食者侵害的防御机制，找到昆虫分泌物的化学结构。其他的科学家正研究所谓的“保幼激素”，这种物质能强效防止幼虫蜕变，直到合适的生长阶段。

也许对昆虫分泌物的探索带来的最及时有效的结果就是诱饵或者引诱剂的发展。在这里，自然又一次为我们指引了方向。舞毒蛾是一个特别有趣的例子。雌蛾太重了飞不了，居住在地面或近地面，在低植被处振翅或在树桩上爬行。而雄蛾则正好相反，是个飞翔能手，而且就算距离很远，它们也会被雌蛾特殊腺体散发出来的

气味所吸引。昆虫学家多年来一直利用这一事实，费力地从雌蛾的身体提取这种性诱剂。当时，在昆虫分布范围的边缘地带对昆虫数量进行统计时，使用了这种性诱剂来捕捉雄蛾。但这个过程十分昂贵。尽管东北诸州对舞毒蛾的感染病例进行过大肆宣传，但是依然没有足够的数量提供数据，手工收集的雌蛹必须从欧洲进口，而且有时每只蛹高达50美分。因此，当经过多年努力之后，农业部的化学家最近成功地将性诱剂隔离，这是一个巨大的突破。这个发现成功准备了从蓖麻油成分中提取的一种密切相关的合成材料；这不仅误导了雄蛾，而且与自然物质一样对雄蛾充满了吸引力。一个陷阱中仅需放一微克的这种物质（1/1000000 克）就已经非常有效。

所有这些已经远远超越了学术上的兴趣，因为这种经济型的新树虫杀不仅可以运用在统计操作上，还可以用以控制舞毒蛾。目前正在测试几个更为吸引人的可能性。在心理战的实验中，引诱剂与一种颗粒状物质相结合，并通过飞机散播出去。此举目的在于迷惑雄蛾并改变其正常行为，以致雄蛾在混乱而诱人的香气中无法发现雌蛾所发出的真正的气味轨迹。在实验中，科学家们进一步发展这一方式，欺骗雄蛾与假的雌蛾进行交配。在实验室中，雄舞毒蛾企图与木材、蛭石片和其他小而无生命的物体进行交配，只要这些物体在性诱剂中浸泡过。到底这种交配本性转向非生产性的方向转移是否会降低舞毒蛾的数量还有待测试，但这是一个有趣的可能性。

舞毒蛾诱饵是最早的合成昆虫性诱剂，但是也许很快也会出现其他的性诱剂。科学家们正在研究一些农业害虫，寻找可以被人类模仿的引诱剂。对黑森瘿蚊和烟草天蛾的研究已经取得了有效的进展。

引诱剂与毒药的合成被应用在几种害虫上。政府的科学家发明了一种名为甲基–丁子香酚的引诱剂，这会让东方果实蝇和瓜蝇无法抗拒。在离日本450英里的小笠原群岛上的科学家已经在测试这种引诱剂时加入了一种毒药。在小片纤维板上灌注这种混合物，并通过空气在整个列岛上传播，将雄蝇吸引过来并杀死。“雄虫灭绝”这个项目始于1960年：一年后，农业部预测，已经消灭了99%的此类害虫。这里采用的方式看起来比传统的杀虫剂方式有着明显优势。这里提到的毒药是一种有机磷化学物，仅限制在纤维板方块内，不会被其他野生生物误食；另外，其残渣很快就分解了，因此也不会对水和泥土造成污染。

但是昆虫世界里并非所有交流都通过对其吸引或反感的气味来实现。声音有时也是一种警告或者吸引。一只飞行中的蝙蝠所发射出来的持续的超声流（让其在黑暗中飞行的雷达导航系统）会让某些蛾类捕捉到而使它们能够避开蝙蝠的捕食。一些寄生蝇靠近的振翅之声会让某些锯蝇的幼虫聚集起来共同抵御外敌。另外，某些木材钻孔虫能让它们的寄生虫找到自己，而对于雄蚊而言，雌蚊的振翅是一种诱惑。

昆虫的这种能力该如何加以利用来侦察声音并做出适当反馈？在实验阶段，有趣的是，用雌蚊飞行声音的录音来吸引雄蚊获得了初步成功。雄蚊被吸引到一个电网上而触电身亡。科学家还在玉米螟和夜蛾科蛾上测试了超声的趋避效果。两位研究动物声音的权威人士，夏威夷大学的休伯特教授和梅布尔·弗林斯教授认为，用声音来影响昆虫行为的现场验证法就是为了找到合适的方式发展和应用关于昆虫声音的产生和接收的大量现存知识。令昆虫厌恶的声音

比引诱剂有更大的可能性。弗林斯教授研究团队的人做过一个实验，在播放它们的同类痛苦的尖叫声之时，燕八哥惊慌地四下散去。也许这一事实的核心真理可以运用在昆虫上。对于工业从业人员而言，这种可能性已经足够，因此至少有一家主营电子的公司准备建立实验室来进行检验。

声音也被当作可以直接造成生物破坏的一种介质来测试。在实验室水槽中，超声可以杀死所有蚊子幼虫；然而，也能杀死其他水生生物。在其他实验中，绿头苍蝇、粉虫以及黄热病蚊子会在几秒之间被机载超声杀死。这些实验都是通往昆虫控制之路全新概念所迈出的第一步，预示着某天电子学所带来的奇迹能成为现实。

对害虫新的生物控制并非仅与电子学、伽马射线和其他人类创新产品有关。有些方式可以追溯到古代，其基于的原理是，昆虫跟人类一样，都会患上疾病。像古时候的瘟疫一样，细菌感染能让整个族群毁灭；在病毒肆虐的时候，昆虫就开始生病和死亡。在亚里士多德之前，人们就已经知道昆虫会患病；蚕虫患病还被写入中世纪的诗歌中；也正是通过研究这种昆虫的疾病，巴斯德第一次了解了传染性疾病的规律。

昆虫不仅会受到病毒和细菌的侵害，还会受到真菌、原生动物、微小的蠕虫以及其他肉眼看不见的各种小生物的侵扰，它们都是人类的朋友。因为这些微小生物包括的不仅有致病生物，而且有能降解垃圾物质、让土壤肥沃、起发酵和消化作用等无数生物学过程的生物。为什么我们不能利用这些生物来控制昆虫呢？

第一个想到要利用这些微生物的是19世纪的动物学家伊利·梅契尼科夫。在19世纪的最后几十年以及20世纪上半叶，微生物防治

的设想已渐渐形成。在20世纪30年代后期，随着科学家们在日本甲壳虫中发现乳白病并加以利用，人们第一次确认只要将疾病引入昆虫的生存环境，它们就会受到控制，这是芽孢杆菌属的一种细菌孢子所造成的。这个典型的利用细菌对昆虫进行控制的例子在美国东部有着很长的历史，我已经指出。

现在人们把很多希望寄托在这种属群的另一个细菌身上——苏云金杆菌——它最早于1911年在德国的图林根州被人们发现的，当时它给粉斑螟的幼虫带来了致命的败血症。这种细菌事实上通过毒液而非传播疾病使幼虫死亡。在它那生长旺盛的触角里，有孢子以及成型的由蛋白质物质组成的特殊晶体，这种物质对某些昆虫而言有着剧毒，尤其是对与蛾类相似的鳞翅目来说更是如此。在吞食了擦满这类毒液的植物后的短时间内，幼虫便全身麻痹、停止进食，并很快死亡。从实用性角度出发，毒液迅速干扰幼虫的进食功能确实是有着巨大的优越性，因为一开始采用这种病原体，粮食就不再受破坏。美国几家不同的商业公司正在制作包含苏云金杆菌孢子的混合物。有几个国家正在进行实地测试：法国和德国针对的是大菜粉蝶的幼虫，南斯拉夫针对秋天的结网毛虫，苏联则针对的是一种黄褐天幕毛虫。巴拿马于1961年开始测试，这种细菌杀虫剂可以解决香蕉种植者面临的一种或多种问题。根蛀虫是严重阻挠香蕉生长的一种害虫，导致香蕉根茎脆弱，树干弱不禁风。狄氏剂曾经是唯一对根蛀虫起抑制作用的化学物，可如今却带来了一系列灾难。根蛀虫有抗药性了。这种化学物也杀死了许多重要的昆虫天敌，导致卷叶蛾数量的增加——卷叶蛾身体粗短，其幼虫侵食香蕉表皮。因此人们有理由希望生产出一种新型微生物杀虫剂，同时灭绝卷叶蛾

和根蛀虫，并且不会扰乱自然对这些昆虫的控制。

在加拿大和美国东部的森林里，细菌杀虫剂是解决蚜虫和舞毒蛾等森林里的昆虫的重要方式。在1960年，两个国家都开始实地测试苏云金杆菌这种商业制剂。早期的一些结果颇见成效。比如，在美国佛蒙特州，用细菌进行控制的最终结果与使用DDT的效果一样好。如今主要的技术问题是，要发明一种溶液，将细菌的孢子黏在常青树的针叶上。对农作物而言不存在这个问题——连药粉都可以使用。细菌杀虫剂已经在许多种类的蔬菜上得到测试，尤其在加利福尼亚州。

同时，另一个不那么引人注目的工作是关于病毒的研究。在加利福尼亚州的幼小苜蓿田上，喷洒了对于苜蓿毛毛虫而言杀伤力甚于任何杀虫剂的物质——这种物质包含一种病毒，是从因感染了极其致命的疾病而死去的毛毛虫身上所取出的。只需提取5只死去的毛毛虫体内的病毒，便足以治愈整片苜蓿地。在加拿大某些森林中，一种影响普通锯角叶蜂的病毒经证实可以有效控制害虫并已被用以取代杀虫剂。

捷克斯洛伐克的科学家们在试验用原生动物来对付结网毛虫和其他害虫，美国已经发现一种原生寄生虫可以用来降低玉米蛀虫的产卵能力。

微生物杀虫剂这一名称会让一些人想起细菌大战的场面，害怕其他生命会因此而受到威胁。这是不正确的。与化学物质相反，昆虫病原体仅对它们的目标有杀伤力，对其他生命体没有损害。爱德华·斯坦豪斯博士是一位昆虫病理学的著名权威，他强调“无论在实验中还是自然中，都不存在已验证的记录实例能证明真正的昆虫

病原体会导致脊椎动物换上感染性疾病”。

昆虫病原体的特殊性在于，它们仅感染很小一部分昆虫——有时候仅影响单一种群。在生理上，它们不属于会在高一级动物或植物中引起疾病的生物体。斯坦豪斯博士同时还指出，自然界中昆虫疾病的暴发仅限于昆虫，不会影响其寄主植物也不会影响以它们为食的动物。

昆虫有许多自然天敌——不仅是各种各样的微生物，还包括其他昆虫。大约在1800年，伊拉兹马斯·达尔文便提出了第一个建议，认为可以通过鼓励昆虫天敌生长的方式对昆虫进行抑制。也许因为这是生物控制中第一个被广泛实践的方式，大部分人都错误地认为让一种昆虫对付另一种昆虫是除了使用化学物外的唯一方式。

在美国，真正的传统生物控制开端于1888年。那时，阿尔伯特·科贝尔是最早一批昆虫学探险家中的一员，他前往澳大利亚探寻威胁加利福尼亚州柑橘产业生存的吹绵蚧的天敌。正如我们所说，那次任务的成功举世瞩目，在接下来的一个世纪里，全世界都在搜寻能对付海边的不速之客的天敌。总体而言，引进了大约100种昆虫捕食者和寄生虫。除了科贝尔带回的澳洲瓢虫外，其余的都引进成功。一种从日本进口的黄蜂完全将攻击东部苹果园的昆虫控制住。几种苜蓿彩斑蚜的天敌是不经意间从中东传入的，却拯救了加利福尼亚州的整个紫花苜蓿产业。舞毒蛾的寄生虫和捕食者也起到了不错的控制作用，胫节黄蜂对日本金龟子也是如此。对介壳虫和舞毒蛾的生物控制预计能为加利福尼亚州每年节省几百万美元——事实上，该州的一位昆虫学家领先人物保尔德·巴赫博士预测，加利福尼亚州在生物控制上投入了大约400万美元，却收获了1亿美元。

遍布世界大部分地区的40多个国家通过引进自然天敌对造成严重虫害的昆虫进行生物控制并获得成功。这种控制相对于使用化学物有着明显优势：价格相对低廉、效果持久并没有有毒物质残留。然而，生物控制却缺少支持。加利福尼亚州是众多州中唯一一个有生物控制正式项目的州，许多州甚至连一位全职研究生物控制的昆虫学家都没有，也许由于缺少支持，以引入昆虫天敌来进行的生物控制缺少其所需的科学严密性——很少进行确切研究，探寻其对昆虫猎物数量的影响，并且散布天敌的工作也不够精确细致，无法区分成功与失败。

捕食者与被捕食者并非单独存在，但是作为生活这张大网的一部分，所有的因素都需考虑在内。也许在森林中，采用更为传统的生物控制的机会是最大的。现代农业的农田高度机械化，不像自然界会生成的任何东西。但是森林则大不相同，它接近于大自然环境。在这里，人类的最少干涉和帮助，能让自然自行其道，建立起绝妙而精密的平衡与制约系统，保护森林不受到昆虫的过度伤害。

在美国，我们的护林人仿佛认为生物控制主要是引进昆虫的寄生虫和捕食者。加拿大人的眼光更广，一些欧洲人更甚，将森林卫生科学发展到令人惊异的程度。在欧洲护林人眼中，鸟类、蚂蚁、森林蜘蛛以及土壤细菌都与树木一样是森林的一分子，他们用这些保护措施负责往新森林中引入微生物。第一步是先引入鸟类。在集约林业的现代社会，不再存在老的空心树，而啄木鸟和其他在树上筑巢的鸟类也逐渐消失。引入巢箱可以弥补这一缺陷，也将鸟类引回了森林。其他巢箱专门为猫头鹰和蝙蝠所设，那么这些动物可以在天黑时接替白天的小鸟继续完成捕食昆虫的任务。

但这只是一个开始。欧洲森林中一些最了不起的控制工作是由森林红蚁来完成的，这种动物是好胜的昆虫捕食者——不幸的是，北美没有这种动物。大约在25年前，乌兹堡大学的卡尔·戈兹瓦尔德教授发明一种培养这种红蚁的方式并建立了其群体。在他的指导下，在联邦德国的大约90个测试区域建立起了1万个红蚁种群。戈兹瓦尔德教授的方式在意大利和其他国家得到采用，他们建立了蚂蚁农场，以为红蚁的散步提供林区。比如说，在亚平宁山脉，已经建立起几百个鸟巢来保护再生林区域。

“在森林中，你会看到鸟类、蚁类、蝙蝠和猫头鹰在一起保护着森林，使得其生态平衡获得巨大的改善”，德国莫尔恩的林业官海因茨·鲁伯特·索芬博士认为，引入单一的昆虫捕食者或者寄生虫不如建立起一个自然同伴的统一战线来得有效。

莫尔恩森林新的蚁群受到铁丝网的保护以防遭到啄木鸟的侵害。这样在某些测试区域，10年间啄木鸟的数量就增长了400%，没有导致蚁群的大量减少，而通过啄食树上有害的毛毛虫来获取失去的食源。保护蚁群（以及鸟类巢箱）的大部分工作由当地学校的10至14岁孩子组成的少年团来承担。费用非常低；还有森林能够得到永久保护的好处。

鲁伯特·索芬博士的工作另一个非常有趣的特征是使用蜘蛛，在这一点上他可谓是先驱。尽管现在关于蜘蛛的分类学和自然史有大量的资料，但是这些资料很分散并残缺不全，而且没有从蜘蛛作为生物控制的介质来看待其价值。

对于护林人而言，关于蜘蛛最重要的是它所织造的网的种类。织造车轮型网的蜘蛛是最重要的，因为这些网有部分网格狭窄，能

捕捉几乎所有飞虫。十字蜘蛛编织的大网（直径达16英寸）网丝上有12万个胶黏剂结节。一只蜘蛛在其18个月的生命中可以杀死2000只昆虫。一个生命力旺盛的森林每平方米有50到150只蜘蛛（比每平方码多一些）。在蜘蛛稍少的地方，可以通过收集和散布带有蜘蛛卵的袋状子囊来弥补这一不足。“三只横纹金蛛的[美国也有这种蜘蛛]子囊能生出1000只蜘蛛，消灭20万只飞虫。”鲁伯特·索芬博士说。那些春天出现的微小而纤细的车轮型网蜘蛛幼虫十分重要。博士认为，“当它们一起吐丝为枝头上的嫩芽提供保护伞时，它们保护了这些嫩芽不受飞虫的侵害。”随着蜘蛛的脱毛和成长，网会随着变大。

加拿大生物学家也进行了类似的调查研究，尽管两地情况有所不同，因为北美的森林大多数是纯天然的而非人工种植，而且在能维持森林健康的昆虫种类上也有所不同。加拿大关注的重点是小型哺乳动物，它们能对某类型昆虫进行十分有效的控制，尤其是那些居住在森林地面松软土壤中的昆虫。这些昆虫包括锯蝇，之所以叫锯蝇是因为其雌虫利用锯型的产卵管车开常青树的针叶以便往里面下蛋。幼虫最终掉在地上，在落叶松的泥炭沼泽里或者在云杉和松树的下层落叶中形成子囊。但是在森林地面的下层充斥着小型哺乳动物的隧道和跑道——包括白足鼠、田鼠以及各种类型的鼩鼱。这些挖地洞的小动物中，贪婪的鼩鼱能找到并消灭最多的锯蝇子囊。它们用一只前肢按住子囊，咬掉末端来食用子囊，展示了超凡的区分子囊好坏的能力。鼩鼱永不满足的食欲让它们没有竞争对手。当一只野鼠一天吃下200个子囊时，一只靠吃子囊为生的鼩鼱则能吞下800个！根据实验室测试，这个结果也许能毁灭当前75%~98%

的子囊。

不足为怪的是，纽芬兰这样一个没有土生土长的鼩鼱却饱受锯蝇摧残的小岛迫切渴望小而高效的哺乳动物，并且在1958年引入假面鼩鼱——最有效率的锯蝇捕食者——来进行测试。加拿大官员1962年报道称，这种方式很成功。鼩鼱的数量快速增长并扩展到岛屿的其他地区，在离释放点10英里远的地方发现了一些做了标记的鼩鼱。

希望找到永久的解决方式并保护和加强森林自然联系的护林人有一整套的装备可以利用。森林中的用化学物来控制害虫的方式，最多只能算是没有任何实质效果的权宜之计，而最坏的结果却是杀死了森林河流中的鱼类，给昆虫带来瘟疫并摧毁自然控制以及我们想引入的控制措施。鲁伯特·索芬博士说，通过这种暴力措施，“森林中生命的合同协助关系完全失去平衡，寄生虫带来的灾难会一遍比一遍快地重演。因此，我们必须阻止这些非自然的操纵被引入最重要的也是人类剩下的最后一片自然生存之地。”

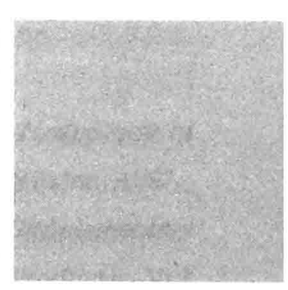
要解决我们与其他生物共享一个地球的问题，需要采用所有这些新的、想象力丰富而且有创意的方式。这里存在着一个永恒的主题，那就是我们对生命的意识——如何看待生物，看待它们面对的压力和反压力，它们的兴盛与衰败。只有把这些生命力考虑在内，并小心地引导它们向对人类有益的方向发展，我们才能在昆虫群体和人类之间做出合理的安排。

当前使用毒药的趋势完全没有将这些最基本的因素考虑在内。像远古洞穴人使用棍棒那样，猛烈的化学攻击破坏了生命的组

织——这种组织一方面是脆弱易受伤害的，另一方面却奇迹般的坚韧和弹性十足，有能力以出人意料的方式进行反击。这些生命的卓越能力曾被化学药物的从业者所忽视，他们从不理会如何找到更“高尚的方向”，也从不谦逊，直至要损害了这些巨大的力量。

“控制大自然”这一短语是在骄傲自大的心态中构思出来的。它源于尼安德特人时期的生物学和哲学，当时人们以为自然界是为人类的便利而存在的。应用昆虫学的概念与实践可以追溯到石器时代的科学。一种不幸让人警醒，那就是，这种原始的科学将自己武装成现代的科学和最糟糕的武器，被用来对付昆虫，但同时也正损害着整个地球。







参考文献

第二章 忍受的义务

P.5–6 "Report on Environmental Health Problems," *Hearings*, 86th Congress, Subcom. of Com. on Appropriations, March 1960, p. 170.

P.6–7 *The Pesticide Situation for 1957—1958*, U.S. Dept of Agric., Commodity Stabilization Service, April 1958, p.10.

P.9 Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. New York: Wiley, 1958.

P.10 Shepard, Paul, "The Place of Nature in Man's World," *Atlantic Naturalist*, Vol. 13 (April - June 1958), pp. 85 - 89.

第三章 死神的特效药

P.12–32 Gleason, Marion, et al., *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1957.

P.12–32 Gleason, Marion, et al., *Bulletin of Supplementary Material: Clinical Toxicology of Commercial Products*, Vol. IV, No. 9. Univ. of Rochester.

P.13 *The Pesticide Situation for 1958—1959*, U.S. Dept. of Agric., Commodity Stabilization Service, April 1959, pp. 1 - 24.

P.14 *The Pesticide Situation for 1960 - 61*, U.S. Dept. of Agric., Commodity Stabilization Service, July 1961, pp. 1 - 23.

P.14 Hueper, W. C., *Occupational Tumors and Allied Diseases*. Springfield, 111.: Thomas, 1942.

P.14–15 Todd, Frank E., and S. E. McGregor, "Insecticides and Bees," *Yearbook of Agric.*, U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 131 - 35.

P.14 Hueper, *Occupational Tumors.*

P.15–16 Bowen, C. V., and S. A. Hall, "The Organic Insecticides,"*Yearbook of Agric.*, U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 209 - 18.

P.16–17 Von Oettingen, W. F., *The Halogenated Aliphatic, Olefinic, Cyclic, Aromatic, and Aliphatic–Aromatic Hydrocarbons: Including the Halogenated Insecticides, Their Toxicity and Potential Dangers.* U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare. Public Health Service Publ. No. 414 (1955), pp. 341 - 42.

P.18–19 Laug, Edwin P., et al., "Occurrence of DDT in Human Fat and Milk," *A.M.A. Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, Vol. 3 (1951), pp. 245 - 46.

P.18 Morton S., "Public Health Aspects of the New Insecticides," *Am. Jour. Diges. Diseases.* Vol. 20 (1953), No. 11, pp. 331 - 41.

P.17 Laug, Edwin P., et al., "Liver Cell Alteration and DDT Storage in the Fat of the Rat Induced by Dietary Levels of 1 to 50 p.p.m. DDT," *Jour. Pharmacol. and Exper. Therapeut.*, Vol. 98 (1950), p. 268.

P.18 Ortega, Paul, et al., "Pathologic Changes in the Liver of Rats after Feeding Low Levels of Various Insecticides," *A.M.A. Archives Path.,* Vol. 64 (Dec. 1957), pp. 614 - 22.

P.17–19 Fitzhugh, O. Garth, and A. A. Nelson, "The Chronic Oral Toxicity of DDT (2,2–BIS p–CHLOROPHENYL–1,1,1 –TRI–CHLOROETHANE)," *Jour. Pharmacol.and. Exper. Therapeut.*, Vol. 89 (1947). No. 1, pp. 18 - 30. Page 22.

P.18–19 Laug et al., "Occurrence of DDT in Human Fat and Milk."

P.18–19 Hayes, Wayland J., Jr., et al., "Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT," *A.M.A. Archives Indus. Health,* Vol. 18 (Nov. 1958), pp. 398 - 406.

P.19 Durham, William F., et al., "Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives," *Science,* Vol. 134 (1961), No. 3493, pp. 1880 - 81.

P.19 Von Oettingen, *Halogenated ... Hydrocarbons*, p. 363.

P.18–19 Smith, Ray F., et al., "Secretion of DDT in Milk of Dairy Cows Fed Low Residue Alfalfa," *Jour. Econ, Entomol.,* Vol. 41 (1948), pp. 759 - 63.

P.18–19 Laug et al., "Occurrence of DDT in Human Fat and Milk."

P.17–22 Finnegan, J. K., et al., "Tissue Distribution and Elimination of DDD and DDT Following Oral Administration to Dogs and Rats," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 72 (1949), 356 - 57.

P.17 Laug et al., "Liver Cell Alteration."

P.17–18 "Chemicals in Food Products," *Hearings*, H.R. 74,

House Select Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, Pt. 1 (1951), p. 275.

P.19 Von Oettingen, *Halogenated ... Hydrocarbons*, p. 322.

P.19 "Chemicals in Food Products," *Hearings*. 81st Congress, H.R. 323, Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, Pt. 1 (1950), pp. 388 - 90.

P.19 *Clinical Memoranda on Economic Poisons*. U.S. Public Health Service Publ. No. 476 (1956), p. 28.

P.19–20 Gannon, Norman, and J. H. Bigger, "The Conversion of Aldrin and Heptachlor to Their Epoxides in Soil," *Jour. Econ. Entomol.*, Vol. 51 (Feb. 1958), pp. 1 - 2.

P.19–20 Davidow, B., and J. L. Radomski, "Isolation of an Epoxide Metabolite from Fat Tissues of Dogs Fed Heptachlor," *Jour. Pharmacol, and Exper. Therapeut.*, Vol. 107 (March 1953), pp. 259 - 65.

P.19–20 Von Oettingen, *Halogenated ... Hydrocarbons*, p. 310.

P.20–21 Drinker, Cecil K., et al., "The Problem of Possible Systemic Effects from Certain Chlorinated Hydrocarbons," *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, Vol. 19 (Sept. 1937), p. 283.

P.20–21 "Occupational Dieldrin Poisoning," Com. on Toxicology, *Jour. Am. Med. Assn.*, Vol. 172 (April 1960), pp. 2077 - 80.

P.20 Scott, Thomas G., et al., "Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife," *Jour. Wildlife Management*, Vol. 23 (Oct. 1959), pp. 409 - 27.

P.20–21 Paul, A. H., "Dieldrin Poisoning—a Case Report," *New Zealand Med. Jour.*, Vol. 58 (1959), p. 393.

P.22 Hayes, Wayland J., Jr., "The Toxicity of Dieldrin to Man," *Bull. World Health Organ.*, Vol. 20 (1959), pp. 891 - 912.

P.21–22 Gannon, Norman, and G. C. Decker, "The Conversion of Aldrin to Dieldrin on Plants," *Jour. Econ. Entomol.*, Vol. 51 (Feb. 1958), pp. 8 - 11.

P.22 Kitselman, C. H., et al., "Toxicological Studies of Aldrin (Compound 118) on Large Animals," *Am. Jour. Vet. Research*, Vol. 11 (1950), p. 378.

P.21 Dahlen, James H., and A. O. Haugen, "Effect of Insecticides on Quail and Doves," *Alabama Conservation*, Vol. 26 (1954), No. 1, pp. 21 - 23.

P.21 DeWitt, James B., "Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides," *Jour. Agric. and Food Chem.*, Vol. 4 (1956), No. 10, pp. 863 - 66.

P.22 Kitselman, C. H., "Long Term Studies on Dogs Fed Aldrin and Dieldrin in Sublethal Doses, with Reference to the Histopathological Findings and Reproduction," *Jour. Am. Vet. Med. Assn.*, Vol. 123 (1953), p. 28.

P.22 Treon, J. F., and A. R. Borgmann, "The Effects of the Complete Withdrawal of Food from Rats Previously Fed Diets Containing Aldrin or Dieldrin." Kettering Lab., Univ. of Cincinnati; mimeo. Quoted from Robert L. Rudd and Richard E. Genelly, *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to*

Wildlife. Calif. Dept of Fish and Game, Game Bulletin No. 7 (1956), p. 52.

P.22 Myers, C. S., "Endrin and Related Pesticides: A Review." Penna. Dept. of Health Research Report No. 45 (1958). Mimeo.

P.21–23 Jacobziner, Harold, and H. W. Raybin, "Poisoning by Insecticide (Endrin)," *New York State Jour. Med.,* Vol. 59 (May 15, 1959), pp. 2017 - 22.

P.22–23 "Care in Using Pesticide Urged," *Clean Streams,* No. 46 (June 1959). Penna. Dept. of Health.

P.23–25 Metcalf, Robert L., "The Impact of the Development of Organo–phosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science," *Bull. Entomol. Soc. Am.,* Vol. 5 (March 1959), pp. 3 - 15.

P.24–25 Mitchell, Philip H., *General Physiology.* New York: McGraw–Hill, 1958. Pp. 14 - 15.

P.25 Brown, A. W. A., *Insect Control by Chemicals.* New York: Wiley, 1951.

P.25 Toivonen, T., et al., "Parathion Poisoning Increasing Frequency in Finland," *Lancet,* Vol. 2 (1959), No. 7095, pp. 175 - 76.

P.25 Hayes, Wayland J., Jr., "Pesticides in Relation to Public Health," *Annual Rev. Entomol.,* Vol. 5 (1960), pp. 379 - 404.

P.25–26 *Occupational Disease in California Attributed to*

Pesticides and Other Agricultural Chemicals. Calif. Dept. of Public Health, 1957, 1958, 1959, and 1960.

P.26 Quinby, Griffith E., and A. B. Lemmon, "Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers," *Jour. Am. Med. Assn.,* Vol. 166 (Feb. 15, 1958), pp. 740 - 46.

P.26 Carman, G. C., et al., "Absorption of DDT and Parathion by Fruits," *Abstracts,* 115th Meeting Am. Chem. Soc. (1949), p. 30A.

P.26 *Clinical Memoranda on Economic Poisons*, p. 11.

P.26–27 Frawley, John P., et al., "Marked Potentiation in Mammalian Toxicity from Simultaneous Administration of Two Anticholinesterase Compounds," *Jour. Pharmacol, and Exper. Therapeut.,* Vol. 121 (1957), No. 1, pp. 96 - 106.

P.26–27 Rosenberg, Philip, and J. M. Coon, "Potentiation between Cholinesterase Inhibitors," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 97 (1958), pp. 836 - 39.

P.27 Dubois, Kenneth, P., "Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates," *A.M.A. Archives Indus. Health,* Vol. 18 (Dec. 1958), pp. 488 - 96.

P.27 Murphy, S. D., et al., "Potentiation of Toxicity of Malathion by Triorthotolyl Phosphate," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 100 (March 1959), pp. 483 - 87.

P.27 Graham, R. C. B., et al., "The Effect of Some Organophosphorus and Chlorinated Hydrocarbon Insecticides on the Toxicity of Several Muscle Relaxants," *Jour. Pharm. and*

Pharmacol., Vol. 9 (1957), pp. 312 - 19.

P.27 Rosenberg, Philip, and J. M. Coon, "Increase of Hexobarbital Sleeping Time by Certain Anticholinesterases," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 98 (1958), pp. 650 - 52.

P.27 Dubois, "Potentiation of Toxicity."

P.28 Hurd–Karrer, A. M., and F. W. Poos, "Toxicity of Selenium–Containing Plants to Aphids," *Science*, Vol. 84 (1936), pp. 252.

P.28 Ripper, W. E., "The Status of Systemic Insecticides in Pest Control Practices," *Advances in Pest Control Research.* New York: Interscience, 1957. Vol. 1, pp. 305 - 52.

P.29 *Occupational Disease in California*, 1959.

P.29 Glynne–Jones, G. D., and W. D. E. Thomas, "Experiments on the Possible Contamination of Honey with Schradan," *Annals Appl. Biol.,* Vol. 40 (1953), p. 546.

P.29 Radeleff, R. D., et al., *The Acute Toxicity of Chlorinated Hydrocarbon and Organic Phosphorus Insecticides to Livestock.* U.S. Dept. of Agric. Technical Bulletin 1122 (1955).

P.30 Brooks, F. A., "The Drifting of Poisonous Dusts Applied by Airplanes and Land Rigs," *Agric. Engin.,* Vol. 28 (1947), No. 6, pp. 233 - 39.

P.31 Stevens, Donald B., "Recent Developments in New York State's Program Regarding Use of Chemicals to Control Aquatic Vegetation," paper presented at 13th Annual Meeting Northeastern Weed Control Conf. (Jan. 8, 1959).

P.30–31 Anon., "No More Arsenic," *Economist,* Oct. 10, 1959.

P.31 "Arsenites in Agriculture," *Lancet,* Vol. 1 (1960), p. 178.

P.31–32 Horner, Warren D., "Dinitrophenol and Its Relation to Formation of Cataract," (A.M.A.) *Archives Ophthalmol.,* Vol. 27 (1942), pp. 1097 - 1121.

P.31–32 Weinbach, Eugene C., "Biochemical Basis for the Toxicity of Pentachlorophenol," *Proc. Natl. Acad. Sci.,* Vol. 43 (1957), No. 5, pp. 393 - 97.

第四章 地表水和地下水

P.34 *Biological Problems in Water Pollution.* Transactions, 1959 seminar. U.S. Public Health Service Technical Report W60–3 (1960).

P.34–35 "Report on Environmental Health Problems," *Hearings,* 86th Congress, Subcom. of Com. on Appropriations, March 1960, p. 78.

P.35–36 Tarzwell, Clarence M., "Pollutional Effects of Organic Insecticides to Fishes," *Transactions,* 24th North Am. Wildlife Conf. (1959), Washington, D.C., pp. 132 - 42. Pub. by Wildlife Management Inst.

P.35–36 Nicholson, H. Page, "Insecticide Pollution of Water Resources," *Jour. Am. Waterworks Assn.,* Vol. 51 (1959), pp. 981 - 86.

P.35–36 Woodward, Richard L., "Effects of Pesticides in Water Supplies," *Jour. Am. Waterworks Assn.*, Vol. 52 (1960), No. 11, pp. 1367 - 72.

P.35–36 Cope, Oliver B., "The Retention of DDT by Trout and Whitefish," *in Biological Problems in Water Pollution*, pp. 72 - 75.

P.36 Kuenen, P. H., *Realms of Water.* New York: Wiley, 1955.

P.36 Gilluly, James, et al., *Principles of Geology.* San Francisco: Freeman, 1951.

P.36–38 Pages 42 - 43 Walton, Graham, "Public Health Aspects of the Contamination of Ground Water in South Platte River Basin in Vicinity of Henderson, Colorado, August, 1959." U.S. Public Health Service, Nov. 2, 1959. Mimeo.

P.36–38 "Report on Environmental Health Problems."

P.37–38 Hueper, W. C., "Cancer Hazards from Natural and Artificial Water Pollutants," *Proc.,* Conf. on Physiol. Aspects of Water Quality, Washington, D.C., Sept. 8 - 9, 1960. U.S. Public Health Service.

P.38–43 Hunt, E. G., and A. I. Bischoff, "Inimical Effects on Wildlife of Periodic DDD Applications to Clear Lake," *Calif. Fish, and Game,* Vol. 46 (1960), No. 1, pp. 91 - 106.

P.43 Woodard, G., et al., "Effects Observed in Dogs Following the Prolonged Feeding of DDT and Its Analogues," *Federation Proc.,* Vol. 7 (1948), No. 1, p. 266.

P.43 Nelson, A. A., and G. Woodard, "Severe Adrenal Cortical Atrophy (Cytotoxic) and Hepatic Damage Produced in Dogs by Feeding DDD or TDE," (A.M.A.) *Archives Path.,* Vol. 48 (1949), p. 387.

P.43 Zimmermann, B., et al., "The Effects of DDD on the Human Adrenal; Attempts to Use an Adrenal Destructive Agent in the Treatment of Disseminated Mammary and Prostatic Cancer," *Cancer,* Vol. 9 (1956), pp. 940 - 48.

P.44 Cohen, Jesse M., et al., "Effect of Fish Poisons on Water Supplies. I. Removal of Toxic Materials," *Jour. Am. Waterworks Assn.,* Vol. 52 (1960), No. 12, pp. 1551 - 65. "II. Odor Problems," Vol. 53 (1960), No. 1, pp. 49 - 61. "III. Field Study, Dickinson, North Dakota," Vol. 53 (1961), No. 2, pp. 233 - 46.

P.44 Hueper, "Cancer Hazards from Water Pollutants."

第五章　土壤的王国

P.46–47 Simonson, Roy W., "What Soils Are," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1957, pp. 17 - 31.

P.46–47 Clark, Francis E., "Living Organisms in the Soil," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1957, pp. 157 - 65.

P.47 Farb, Peter, *Living Earth.* New York: Harper, 1959.

P.49–50 Lichtenstein, E. P., and K. R. Schulz, "Persistence of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides As Influenced by Soil Types, Rate of Application and Temperature," *Jour.*

Econ. Entomol., Vol. 52 (1959), No. 1, pp. 124 - 31.

P.49 Thomas, F. J. D., "The Residual Effects of Crop–Protection Chemicals in the Soil," in *Proc.,* 2nd Internatl. Plant Protection Conf. (1956), Fernhurst Research Station, England.

P.49 Eno, Charles F., "Chlorinated Hydrocarbon Insecticides: What Have They Done to Our Soil?" *Sunshine State Agric. Research Report* for July 1959.

P.49 Mader, Donald L., "Effect of Humus of Different Origin in Moderating the Toxicity of Biocides." Doctorate thesis, Univ. of Wise., 1960.

P.49–50 Sheals, J. G., "Soil Population Studies. I. The Effects of Cultivation and Treatment with Insecticides," *Bull. Entomol. Research,* Vol. 47 (Dec. 1956), pp. 803 - 22. Page 58 Hetrick, L. A., "Ten Years of Testing Organic Insecticides As Soil Poisons against the Eastern Subterranean Termite," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 50 (1957), p. 316.

P.49 Lichtenstein, E. P., and J. B. Polivka, "Persistence of Insecticides in Turf Soils," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 52 (1959), No. 2, pp. 289 - 93.

P.50 Ginsburg, J. M., and J. P. Reed, "A Survey on DDT Accumulation in Soils in Relation to Different Crops," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 47 (1954), No. 3, pp. 467 - 73.

P.50 Cullinan, F. P., "Some New Insecticides—Their Effect on Plants and Soils," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 42 (1949), pp. 387 - 91.

P.50 Satterlee, Henry S., "The Problem of Arsenic in American Cigarette Tobacco," *New Eng. Jour. Med.,* Vol. 254 (June 21, 1956), pp. 1149 - 54.

P.51–52 Lichtenstein, E. P., "Absorption of Some Chlorinated Hydrocarbon Insecticides from Soils into Various Crops," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 7 (1959), No. 6, pp. 430 - 33.

P.51–52 "Chemicals in Foods and Cosmetics," *Hearings,* 81st Congress, H.R. 74 and 447, House Select Com. to Investigate Use of Chemicals in Foods and Cosmetics, Pt. 3 (1952), pp. 1385 - 1416. Testimony of L. G. Cox.

P.52 Klostermeyer, E. C., and C. B. Skotland, *Pesticide Chemicals As a Factor in Hop Die–out.* Washington Agric. Exper. Stations Circular 362 (1959).

P.52 Stegeman, LeRoy C., "The Ecology of the Soil." Transcription of a seminar, New York State Univ. College of Forestry, 1960.

第六章　地球的绿幔

P.54–56 Patterson, Robert L., *The Sage Grouse in Wyoming.* Denver: Sage Books, Inc., for Wyoming Fish and Game Commission, 1952.

P.55–56 Murie, Olaus J., "The Scientist and Sagebrush," *Pacific Discovery,* Vol. 13 (1960), No. 4, p. 1.

P.55–56 Pechanec, Joseph, et al., *Controlling Sagebrush*

on Rangelands. U.S. Dept. of Agric. Farmers' Bulletin No. 2072 (1960).

P.57 Douglas, William O., *My Wilderness: East to Katahdin*. New York: Doubleday, 1961.

P.58 Egler, Frank E., *Herbicides: 60 Questions and Answers Concerning Roadside and Rightofway Vegetation Management*. Litchfield, Conn.: Litchfield Hills Audubon Soc., 1961.

P.58 Fisher, C. E., et al., *Control of Mesquite on Grazing Lands*. Texas Agric. Exper. Station Bulletin 935 (Aug. 1959).

P.58 Goodrum, Phil D., and V. H. Reid, "Wildlife Implications of Hardwood and Brush Controls," *Transactions*, 21st North Am. Wildlife Conf. (1956).

P.58 *A Survey of Extent and Cost of Weed Control and Specific Weed Problems*. U.S. Dept. of Agric. ARS 34–23 (March 1962).

P.59–60 Barnes, Irston R., "Sprays Mar Beauty of Nature," *Washington Post*, Sept. 25, 1960.

P.60–61 Goodwin, Richard H., and William A. Niering, *A Roadside Crisis: The Use and Abuse of Herbicides*. Connecticut Arboretum Bulletin No. 11 (March 1959), pp. 1 - 13.

P.60–61 Boardman, William, "The Dangers of Weed Spraying," *Veterinarian*, Vol. 6 (Jan. 1961), pp. 9 - 19.

P.61 Willard, C. J., "Indirect Effects of Herbicides," *Proc.*, 7th Annual Meeting North Central Weed Control Conf. (1950),

pp. 110 - 12.

P.61–62 Douglas, William O., *My Wilderness: The Pacific West.* New York: Doubleday, 1960.

P.62–63 Egler, Frank E., *Vegetation Management for Rights–of–Way and Roadsides.* Smithsonian Report for 1953 (Smithsonian Inst., Washington, D.C.), pp. 299 - 322.

P.62–63 Bohart, George E., "Pollination by Native Insects," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 107 - 21.

P.64 Egler, *Vegetation Management.*

P.64 Niering, William A., and Frank E. Egler, "A Shrub Community of Viburnum lentago, Stable for Twenty–five Years," *Ecology,* Vol. 36 (April 1955), pp. 356 - 60.

P.64 Pound, Charles E., and Frank E. Egler, "Brush Control in Southeastern New York: Fifteen Years of Stable Tree–Less Communities," *Ecology,* Vol. 34 (Jan. 1953), pp. 63 - 73.

P.64 Egler, Frank E., "Science, Industry, and the Abuse of Rights of Way," *Science,* Vol. 127 (1958), No. 3298, pp. 573 - 80.

P.64–65 Niering, William A., "Principles of Sound Right–of–Way Vegetation Management," *Econ. Botany,* Vol. 12 (April–June 1958), pp. 140 - 44.

P.65–67 Hall, William C., and William A. Niering, "The Theory and Practice of Successful Selective Control of 'Brush' by Chemicals," *Proc.,* 13th Annual Meeting Northeastern Weed Control Conf. (Jan. 8, 1959).

P.65 Egler, Frank E., "Fifty Million More Acres for Hunting?" *Sports Afield,* Dec. 1954.

P.65 McQuilkin, W. E., and L. R. Strickenberg, *Roadside Brush Control with 2,4,5–T on Eastern National Forests.* Northeastern Forest Exper. Station Paper No. 148. Upper Darby, Penna., 1961.

P.65 Goldstein, N. P., et al., "Peripheral Neuropathy after Exposure to an Ester of Dichlorophenoxyacetic Acid," *Jour. Am. Med. Assn.,* Vol. 171 (1959), pp. 1306 - 9.

P.65 Brody, T. M., "Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 80 (1952), pp. 533 - 36.

P.65–67 Croker, Barbara H., "Effects of 2,4–D and 2,4,5–T on Mitosis in *Allium cepa,*" *Bot. Gazette,* Vol. 114 (1953), pp. 274 - 83.

P.65–67 Willard, "Indirect Effects of Herbicides."

P.65–67 Stahler, L. M., and E. J. Whitehead, "The Effect of 2,4–D on Potassium Nitrate Levels in Leaves of Sugar Beets," *Science,* Vol. 112 (1950), No. 2921, pp. 749 - 51.

P.66–67 Olson, O., and E. Whitehead, "Nitrate Content of Some South Dakota Plants," *Proc.,* South Dakota Acad, of Sei., Vol. 20 (1940), p. 95.

P.67–68 *What's New in Farm Science.* Univ. of Wise. Agric. Exper. Station Annual Report, Pt. II, Bulletin 527

(July 1957), p. 18.

P.67–68 Stahler and Whitehead, "The Effect of 2,4–D on Potassium Nitrate Levels."

P.67–68 Grayson, R. R., "Silage Gas Poisoning: Nitrogen Dioxide Pneumonia, a New Disease in Agricultural Workers," *Annals Internal Med.*, Vol. 45 (1956), pp. 393 - 408.

P.67–68 Crawford, R. F., and W. K. Kennedy, *Nitrates in Forage Crops and Silage: Benefits, Hazards, Precautions.* New York State College of Agric., Cornell Misc. Bulletin 37 (June 1960).

P.67–69 Briejè r, C. J., To author.

P.70 Knake, Ellery L., and F. W. Slife, "Competition of Setaria faterii with Corn and Soybeans," *Weeds,* Vol. 10 (1962), No. 1, pp. 26 - 29.

P.69–70 Goodwin and Niering, *A Roadside Crisis.*

P.70–71 Egler, Frank E., To author.

P.70–71 DeWitt, James B., To author.

P.70–71 Holloway, James K., "Weed Control by Insect," *Sci. American,* Vol. 197 (1957), No. 1, pp. 56 - 62.

P.70–71 Holloway, James K., and C. B. Huffaker, "Insects to Control a Weed," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 135 - 40.

P.70–71 Huffaker, C. B., and C. E. Kennett, "A Ten–Year Study of Vegetational Changes Associated with Biological Control of Klamath Weed," *Jour. Range Management,* Vol. 12

(1959), No. 2, pp. 69 - 82.

P.71 Bishopp, F. C., "Insect Friends of Man," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 79 - 87.

第七章　不必要的浩劫

P.74 Nickell, Walter, To author.

P.75 *Here Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program.* Release, Michigan State Dept. of Agric., Oct. 19, 1959.

P.75–76 Hadley, Charles H., and Walter E. Fleming, "The Japanese Beetle," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 567 - 73.

P.75–76 Here Is Your 1959 Japanese Beetle Control Program.

P.76–77 "No Bugs in Plane Dusting," *Detroit News,* Nov. 10, 1959.

P.76–77 *Michigan Audubon Newsletter,* Vol. 9 (Jan. 1960).

P.76–77 "No Bugs in Plane Dusting."

P.78 Hickey, Joseph J., "Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife," Report of Subcom. on Relation of Chemicals to Forestry and Wildlife, Madison, Wise., Jan. 1961. Special Report No. 6.

P.78–79 Scott, Thomas G., To author, Dec. 14, 1961.

P.79–81 "Coordination of Pesticides Programs," *Hearings,* 86th Congress, H.R. 11502, Com. on Merchant Marine and Fisheries, May 1960, p. 66.

P.79–81 Scott, Thomas G., et al., "Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife," *Jour. Wildlife Management*, Vol. 23 (1959), No. 4, pp. 409 - 27.

P.81–82 Hayes, Wayland J., Jr., "The Toxicity of Dieldrin to Man.," *Bull. World Health Organ.*, Vol. 20 (1959), pp. 891 - 912.

P.82–83 Scott, Thomas G., To author, Dec. 14, 1961, Jan. 8, Feb. 15, 1962.

P.84–85 Hawley, Ira M., "Milky Diseases of Beetles," *Yearbook of Agric.*, U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 394 - 401.

P.84–85 Fleming, Walter E., "Biological Control of the Japanese Beetle Especially with Entomogenous Diseases," *Proc.*, 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956), Vol. 3 (1958), pp. 115 - 25.

P.85 Chittick, Howard A. (Fairfax Biological Lab.), To author, Nov. 30, 1960.

P.86 Scott et al., "Some Effects of a Field Application of Dieldrin on Wildlife."

第八章　鸟儿不再歌唱

P.88–89 *Audubon Field Notes.* "Fall Migration—Aug. 16 to Nov. 30, 1958." Vol. 13 (1959), No. 1, pp. 1 - 68.

P.89–90 Swingle, R. U., et al., "Dutch Elm Disease," *Yearbook of Agric.*, U.S. Dept. of Agric., 1949, pp. 451 - 52.

P.90 Mehner, John F., and George J. Wallace, "Robin

Populations and Insecticides," *Atlantic Naturalist*, Vol. 14 (1959), No. 1, pp. 4 - 10.

P.90 Wallace, George J., "Insecticides and Birds," *Audubon Mag.*, Jan. - Feb. 1959.

P.91–92 Barker, Roy J., "Notes on Some Ecological Effects of DDT Sprayed on Elms," *Jour. Wildlife Management*, Vol. 22 (1958), No. 3, pp. 269 - 74.

P.93 Hickey, Joseph J., and L. Barrie Hunt, "Songbird Mortality Following Annual Programs to Control Dutch Elm Disease," *Atlantic Naturalist*, Vol. 15 (1960), No. 2, pp. 87 - 92.

P.92 Wallace, "Insecticides and Birds."

P.92 Wallace, George J., "Another Year of Robin Losses on a University Campus," *Audubon Mag.*, March–April 1960.

P.92–93 "Coordination of Pesticides Programs," *Hearings*, H.R. 11502, 86th Congress, Com. on Merchant Marine and Fisheries, May 1960, pp. 10, 12.

P.93 Hickey, Joseph J., and L. Barrie Hunt, "Initial Songbird Mortality Following a Dutch Elm Disease Control Program," *Jour. Wildlife Management*, Vol. 24 (1960), No. 3, pp. 259 - 65.

P.92–93 Wallace, George J., et al., *Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program in Michigan*. Cranbrook Inst, of Science Bulletin 41 (1961).

P.93 Hickey, Joseph J., "Some Effects of Insecticides on Terrestrial Birdlife," Report of Subcom. on Relation of

Chemicals to Forestry and Wildlife, State of Wisconsin, Jan. 1961, pp. 2 - 43.

P.94–95 Walton, W. R., *Earthworms As Pests and Otherwise.* U.S. Dept. of Agric. Farmers' Bulletin No. 1569 (1928).

P.94 Wright, Bruce S., "Woodcock Reproduction in DDT Sprayed Areas of New Brunswick," *Jour. Wildlife Management,* Vol. 24 (1960), No. 4, pp. 419 - 20.

P.94 Dexter, R. W., "Earthworms in the Winter Diet of the Opossum and the Raccoon," *Jour. Mammal.,* Vol. 32 (1951), p. 464.

P.94–96 Wallace et al., *Bird Mortality in the Dutch Elm Disease Program.*

P.94–95 "Coordination of Pesticides Programs." Testimony of George J. Wallace, p. 10.

P.96 Wallace, "Insecticides and Birds."

P.96 Bent, Arthur C., *Life Histories of North American Jays, Crows, and Titmice.* Smithsonian Inst., U.S. Natl. Museum Bulletin 191 (1946).

P.96 MacLellan, C. R., "Woodpecker Control of the Codling Moth in Nova Scotia Orchards," *Atlantic Naturalist,* Vol. 16 (1961), No. 1, pp. 17 - 25.

P.96 Knight, F. B., "The Effects of Woodpeckers on Populations of the Engelmann Spruce Beetle," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 51 (1958), pp. 603 - 7.

P.97–98 Carter, J. C., To author, June 16, 1960.

P.98 Sweeney, Joseph A., To author, March 7, 1960.

P.99–100 Welch, D. S., and J. G. Matthysse, *Control of the Dutch Elm Disease in New York State.* New York State College of Agric., Cornell Ext. Bulletin No. 932 (June 1960), pp. 3 - 16.

P.100 Matthysse, J. G., *An Evaluation of Mist Blowing and Sanitation in Dutch Elm Disease Control Programs.* New York State College of Agric., Cornell Ext. Bulletin No. 30 (July 1959), pp. 2 - 16.

P.100 Miller, Howard, To author, Jan. 17, 1962.

P.100 Matthysse, *An Evaluation of Mist Blowing and Sanitation.*

P.101 Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants.* New York: Wiley, 1958.

P.101–102 Broley, Charles E., "The Bald Eagle in Florida," *Atlantic Naturalist,* July 1957, pp. 230 - 31.

P.101–102 ——, "The Plight of the American Bald Eagle," *Audubon Mag.,* July–Aug. 1958, pp. 162 - 63.

P.102 Cunningham, Richard L., "The Status of the Bald Eagle in Florida," *Audubon Mag.,* Jan.–Feb. 1960, pp. 24 - 43.

P.102 "Vanishing Bald Eagle Gets Champion," *Florida Naturalist,* April 1959, p. 64.

P.102 McLaughlin, Frank, "Bald Eagle Survey in New Jersey," *New Jersey Nature News,* Vol. 16 (1959), No. 2, p. 25. Interim Report, Vol. 16 (1959), No. 3, p. 51.

P.103 Broun, Maurice, To author, May 22, 30, 1960.

P.103 Beck, Herbert H., To author, July 30, 1959.

P.103 Rudd, Robert L., and Richard E. Genelly, *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife.* Calif. Dept. of Fish and Game, Game Bulletin No. 7 (1956), p. 57.

P.104 DeWitt, James B., "Effects of Chlorinated Hydrocarbon Insecticides upon Quail and Pheasants," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 3 (1955), No. 8, p. 672.

P.104 ——, "Chronic Toxicity to Quail and Pheasants of Some Chlorinated Insecticides. *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 4 (1956), No. 10, p. 863.

P.105 Imler, Ralph H., and E. R. Kalmbach, *The Bald Eagle and Its Economic Status.* U.S. Fish and Wildlife Service Circular 30 (1955).

P.105 Mills, Herbert R., "Death in the Florida Marshes," *Audubon Mag.,* Sept.–Oct. 1952.

P.105–106 *Bulletin,* Internatl. Union for the Conservation of Nature, May and Oct. 1957.

P.106–107 *The Deaths of Birds and Mammals Connected with Toxic Chemicals in the First Half of 1960.* Report No. 1 of the British Trust for Ornithology and Royal Soc. for the Protection of Birds. Com. on Toxic Chemicals, Royal Soc. Protect. Birds.

P.106–108 Sixth Report from the Estimates Com., Ministry of Agric., Fisheries and Food, Sess. 1960—1961, House of Commons.

P.107–108 Christian, Garth, "Do Seed Dressings Kill Foxes?" *Country Life*, Jan. 12, 1961.

P.108 Rudd, Robert L., and Richard E. Genelly, "Avian Mortality from DDT in Californian Rice Fields," *Condor*, Vol. 57 (March–April 1955), pp. 117 - 18.

P.108 Rudd and Genelly, *Pesticides.*

P.108–109 Dykstra, Walter W., "Nuisance Bird Control," *Audubon Mag.*, May–June 1960, pp. 118 - 19.

P.108–109 Buchheister, Carl W., "What About Problem Birds?" *Audubon Mag.*, May–June 1960, pp. 116 - 18.

P.109–110 Quinby, Griffith E., and A. B. Lemmon, "Parathion Residues As a Cause of Poisoning in Crop Workers," *Jour. Am. Med. Assn.*, Vol. 166 (Feb. 15, 1958), pp. 740 - 46.

第九章　死亡的河流

P.111–116 Kerswill, C. J., "Effects of DDT Spraying in New Brunswick on Future Runs of Adult Salmon," *Atlantic Advocate*, Vol. 48 (1958), pp. 65 - 68.

P.111–116 Keenleyside, M. H. A., "Insecticides and Wildlife," *Canadian Audubon*, Vol. 21 (1959), No. 1, pp. 1 - 7.

P.111–116 ——, "Effects of Spruce Budworm Control on Salmon and Other Fishes in New Brunswick," *Canadian Fish Culturist*, Issue 24 (1959), pp. 17 - 22.

P.111–116 Kerswill, C. J., *Investigation and Management*

of Atlantic Salmon in 1956 (also for 1957, 1958, 1959—1960; in 4 parts). Federal–Provincial Co–ordinating Com. on Atlantic Salmon (Canada).

P.112–116 Ide, F. P., "Effect of Forest Spraying with DDT on Aquatic Insects of Salmon Streams," *Transactions,* Am. Fisheries Soc., Vol. 86 (1957), pp. 208 - 19.

P.114 Kerswill, C. J., To author, May 9, 1961.

P.115–116 ——, To author, June 1, 1961.

P.116–117 Warner, Kendall, and O. C. Fenderson, "Effects of Forest Insect Spraying on Northern Maine Trout Streams." Maine Dept. of Inland Fisheries and Game. Mimeo., n.d.

P.117–118 Alderdice, D. F., and M. E. Worthington, "Toxicity of a DDT Forest Spray to Young Salmon." *Canadian Fish Culturist,* Issue 24 (1959), PP. 41 - 48.

P.117 Hourston, W. R., To author, May 23, 1961.

P.117–120 Graham, R. J., and D. O. Scott, *Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams.* Final Report, Mont. State Fish and Game Dept., 1958.

P.117–120 Graham, R. J., "Effects of Forest Insect Spraying on Trout and Aquatic Insects in Some Montana Streams," in *Biological Problems in Water Pollution.* Transactions, 1959 seminar. U.S. Public Health Service Technical Report W60 - 3 (1960).

P.118–119 Crouter, R. A., and E. H. Vernon, "Effects of Black–headed Budworm Control on Salmon and Trout in

British Columbia," *Canadian Fish Culturist,* Issue 24 (1959), pp. 23 - 40.

P.119 Whiteside, J. M., "Spruce Budworm Control in Oregon and Washington, 1949—1956," *Proc.,* 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956), Vol. 4 (1958), pp. 291 - 302.

P.120 *Pollution-Caused Fish Kills in 1960.* U.S. Public Health Service Publ. No. 847 (1961), pp. 1 - 20.

P.120 "U.S. Anglers—Three Billion Dollars," *Sport Fishing Inst. Bull.,* No. 119 (Oct. 1961).

P.120 Powers, Edward (Bur. of Commercial Fisheries), To author.

P.120 Rudd, Robert L., and Richard E. Genelly, *Pesticides: Their Use and Toxicity in Relation to Wildlife.* Calif. Dept. of Fish and Game, Game Bulletin No. 7 (1956), p. 88.

P.120 Biglane, K. E., To author, May 8, 1961.

P.120–121 Release No. 58 - 38, Penna. Fish Commission, Dec. 8, 1958.

P.120–121 Rudd and Genelly, *Pesticides,* p. 60.

P.122 Henderson, C., et al., "The Relative Toxicity of Ten Chlorinated Hydrocarbon Insecticides to Four Species of Fish," paper presented at 88th Annual Meeting Am. Fisheries Soc. (1958).

P.121 "The Fire Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife," subject of *Proc. Symposium,* 12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky. (1958). Pub. by the Assn., Columbia, S.C., 1958.

P.121 "Effects of the Fire Ant Eradication Program on Wildlife," report, U.S. Fish and Wildlife Service, May 25, 1958. Mimeo.

P.121–122 *Pesticide–Wildlife Review,* 1959. Bur. Sport Fisheries and Wildlife Circular 84 (1960), U.S. Fish and Wildlife Service, pp. 1 - 36.

P.121–123 Baker, Maurice F., "Observations of Effects of an Application of Heptachlor or Dieldrin on Wildlife," in *Proc. Symposium,* pp. 18 - 20.

P.121–122 Glasgow, L. L., "Studies on the Effect of the Imported Fire Ant Control Program on Wildlife in Louisiana," in *Proc. Symposium,* pp. 24 - 29.

P.122 *Pesticide–Wildlife Review,* 1959.

P.122 *Progress in Sport Fishery Research, 1960.* Bur. Sport Fisheries and Wildlife Circular 101 (1960), U.S. Fish and Wildlife Service.

P.121–122 "Resolution Opposing Fire–Ant Program Passed by American Society of Ichthyologists and Herpetologists," *Copeia* (1959), No. 1, p. 89.

P.122–123 Young, L. A., and H. P. Nicholson, "Stream Pollution Resulting from the Use of Organic Insecticides," *Progressive Fish Culturist,* Vol. 13 (1951), No. 4, pp. 193 - 98.

P.123 Rudd and Genelly, *Pesticides.*

P.123 Lawrence, J. M., "Toxicity of Some New Insecticides to Several Species of Pondfish," *Progressive Fish Culturist,*

Vol. 12 (1950), No. 4, pp. 141 - 46.

P.124 Pielow, D. P., "Lethal Effects of DDT on Young Fish," *Nature,* Vol. 158 (1946), No. 4011, p. 378.

P.124 Herald, E. S., "Notes on the Effect of Aircraft–Distributed DDT–Oil Spray upon Certain Philippine Fishes," *Jour. Wildlife Management,* Vol. 13 (1949), No. 3, p. 316.

P.125–126 "Report of Investigation of the Colorado River Fish Kill, January, 1961." Texas Game and Fish Commission, 1961. Mimeo.

P.127 Harrington, R. W., Jr., and W. L. Bidlingmayer, "Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh," *Jour. Wildlife Management,* Vol. 22 (1958), No. 1, pp. 76 - 82.

P.127–128 Mills, Herbert R., "Death in the Florida Marshes," *Audubon Mag.,* Sept.–Oct. 1952.

P.127–128 Springer, Paul F., and John R. Webster, *Effects of DDT on Salt–marsh Wildlife: 1949.* U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report, Wildlife No. 10 (1949).

P.129–131 John C. Pearson, To author.

P.131 Butler, Philip A., "Effects of Pesticides on Commercial Fisheries," *Proc.,* 13th Annual Session (Nov. 1960), Gulf and Caribbean Fisheries Inst., pp. 168 - 71.

第十章　无人幸免的天灾

P.133–134 Perry, C. C., *Gypsy Moth Appraisal Program*

and Proposed Plan to Prevent Spread of the Moths. U.S. Dept. of Agric. Technical Bulletin No. 1124 (Oct. 1955).

P.134–135 Corliss, John M., "The Gypsy Moth," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 694 - 98.

P.135 Worrell, Albert C., "Pests, Pesticides, and People," Offprint From *Am. Forests Mag.,* July 1960.

P.135 Clausen, C. P., "Parasites and Predators," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 380 - 88.

P.135 Perry, *Gypsy Moth Appraisal Program.*

P.135–136 Worrell, "Pests, Pesticides, and People."

P.135 "USDA Launches Large–Scale Effort to Wipe Out Gypsy Moth," Press release, U.S. Dept. of Agric., March 20, 1957.

P.135–136 Worrell, "Pests, Pesticides, and People."

P.136 *Robert Cushman Murphy et al. v. Ezra Taft Benson et al.* U.S. District Court, Eastern District of New York, Oct. 1959, Civ. No. 17610.

P.136 *Murphy et al.* v. *Benson et al.* Petition for a Writ of Certiorari to the U.S. Court of Appeals for the Second Circuit, Oct. 1959.

P.135–136 Waller, W. K., "Poison on the Land," *Audubon Mag.,* March–April 1958, pp. 68 - 71.

P.136 *Murphy et al. v. Benson et al.* U.S. Supreme Court Reports, Memorandum Cases, No. 662, March 28, 1960.

P.136–137 Waller, "Poison on the Land."

P.137–138 *Am. Bee Jour.,* June 1958, p. 224.

P.137–138 *Murphy et al. v. Benson et al.* U.S. Court of Appeals, Second Circuit. Brief for Defendant–Appellee Butler, No. 25,448, March 1959.

P.138 Brown, William L., Jr., "Mass Insect Control Programs: Four Case Histories," *Psyche,* Vol. 68 (1961), Nos. 2 - 3, pp. 75 - 111.

P.138–139 Arant, F. S., et al., "Facts about the Imported Fire Ant," *Highlights of Agric. Research*, Vol. 5 (1958), No. 4.

P.138 Brown, "Mass Insect Control Programs."

P.139–140 "Pesticides: Hedgehopping into Trouble?" *Chemical Week,* Feb. 8, 1958, p. 97.

P.139–140 Arant et al., "Facts about the Imported Fire Ant."

P.140–141 Byrd, I. B., "What Are the Side Effects of the Imported Fire Ant Control Program?" in *Biological Problems in Water Pollution.* Transactions, 1959 seminar. U.S. Public Health Service Technical Report W60 - 3 (1960), pp. 46 - 50.

P.146 Hays, S. B., and K. L. Hays, "Food Habits of Solenopsis saevissima richteri Forel," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 52 (1959), No. 3, pp. 455 - 57.

P.140 Caro, M. R., et al., "Skin Responses to the Sting of the Imported Fire Ant," *A.M.A. Archives Dermat.,* Vol. 75 (1957), pp. 475 - 88.

P.141 Byrd, "Side Effects of Fire Ant Program."

P.141 Baker, Maurice F., *in Virginia Wildlife,* Nov. 1958.

P.141–142 Brown, "Mass Insect Control Programs."

P.141–142 *Pesticide–Wildlife Review, 1959.* Bur. Sport Fisheries and Wildlife Circular 84 (1960), U.S. Fish and Wildlife Service, pp. 1 - 36.

P.141–142 "The Fire Ant Eradication Program and How It Affects Wildlife," subject of *Proc. Symposium,* 12th Annual Conf. Southeastern Assn. Game and Fish Commissioners, Louisville, Ky. (1958). Pub. by the Assn., Columbia, S.C., 1958.

P.143 Wright, Bruce S., "Woodcock Reproduction in DDT–Sprayed Areas of New Brunswick," *Jour. Wildlife Management,* Vol. 24 (1960), No. 4, pp. 419 - 20.

P.142 Clawson, Sterling G., "Fire Ant Eradication—and Quail," *Alabama Conservation.,* Vol. 30. (1959), No. 4, p. 14.

P.143 Rosene, Walter, "Whistling–Cock Counts of Bobwhite Quail on Areas Treated with Insecticide and on Untreated Areas, Decatur County, Georgia," *in Proc. Symposium,* pp. 14 - 18.

P.143–144 *Pesticide–Wildlife Review,* 1959.

P.144 Cottam, Clarence, "The Uncontrolled Use of Pesticides in the Southeast," address to Southeastern Assn. Fish, Game and Conservation Commissioners, Oct. 1959.

P.144 Poitevint, Otis L., Address to Georgia Sportsmen's Fed., Oct. 1959.

P.145 Ely, R. E., et al., "Excretion of Heptachlor Epoxide

in the Milk of Dairy Cows Fed Heptachlor–Sprayed Forage and Technical Heptachlor," *Jour. Dairy Sci.,* Vol. 38 (1955), No. 6, pp. 669 - 72.

P.145–146 Gannon, N., et al., "Storage of Dieldrin in Tissues and Its Excretion in Milk of Dairy Cows Fed Dieldrin in Their Diets," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 7 (1959), No. 12, pp. 824 - 32.

P.147 *Insecticide Recommendations of the Entomology Research Division for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock for 1961.* U.S. Dept. of Agric. Handbook No. 120 (1961).

P.146–147 Peckinpaugh, H. S. (Ala. Dept. of Agric. and Indus.), To author, March 24, 1959.

P.146–147 Hartman, H. L. (La. State Board of Health), To author, March 23, 1959.

P.147 Lakey, J. F. (Texas Dept. of Health), To author, March 23, 1959.

P.146 Davidow, B., and J. L. Radomski, "Metabolite of Heptachlor, Its Analysis, Storage, and Toxicity," *Federation Proc.,* Vol. 11 (1952), No. 1, p. 336.

P.146 Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, in *Federal Register,* Oct. 27, 1959.

P.147 Burgess, E. D. (U.S. Dept. of Agric.), To author, June 23, 1961.

P.147 "Fire Ant Control is Parley Topic," *Beaumont [Texas]*

Journal, Sept. 24, 1959.

P.147 "Coordination of Pesticides Programs," *Hearings*, 86th Congress, H.R. 11502, Com. on Merchant Marine and Fisheries, May 1960, p. 45.

P.147 Newsom, L. D. (Head, Entomol. Research, La. State Univ.), To author, March 23, 1962.

P.147–148 Green, H. B., and R. E. Hutchins, *Economical Method for Control of Imported Fire Ant in Pastures and Meadows.* Miss. State Univ. Agric. Exper. Station Information Sheet 586 (May 1958).

第十一章 波吉亚梦境之外

P.150 "Chemicals in Food Products," *Hearings*, 81st Congress, H.R. 323, Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, Pt. I, (1950), pp. 388 - 90.

P.150 *Clothes Moths and Carpet Beetles.* U.S. Dept. of Agric., Home and Garden Bulletin No. 24 (1961).

P.151 *Mulrennan, J. A., To author, March* 15, 1960.

P.151 *New York Times*, May 22, 1960.

P.151–152 Petty, Charles S., "Organic Phosphate Insecticide Poisoning. Residual Effects in Two Cases," *Am. Jour. Med.*, Vol. 24 (1958), pp. 467 - 70.

P.152–153 Miller, A. C., et al., "Do People Read Labels on Household Insecticides?" *Soap and Chem. Specialties*, Vol. 34 (1958), No. 7, pp. 61 - 63.

P.153–154 Hayes, Wayland J., Jr., et al., "Storage of DDT and DDE in People with Different Degrees of Exposure to DDT," *A.M.A. Archives Indus. Health,* Vol. 18 (Nov. 1958), pp. 398 - 406.

P.153–154 Walker, Kenneth C., et al., "Pesticide Residues in Foods. Dichlorodiphenyltrichloroethane and Dichlorodipheny ldichloroethylene Content of Prepared Meals," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 2 (1954), No. 20, pp. 1034 - 37.

P.154 Hayes, Wayland J., Jr., et al., "The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man," *Jour. Am. Med. Assn.,* Vol. 162 (1956), No. 9, pp. 890 - 97.

P.154–155 Milstead, K. L., "Highlights in Various Areas of Enforcement," address to 64th Annual Conf. Assn. of Food and Drug Officials of U.S., Dallas (June 1960).

P.155 Durham, William, et al., "Insecticide Content of Diet and Body Fat of Alaskan Natives," *Science,* Vol. 134 (1961), No. 3493, pp. 1880 - 81.

P.155 "Pesticides—1959," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 7 (1959), No. 10, pp. 674 - 88.

P.156 *Annual Reports,* Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare. For 1957, pp. 196, 197; 1956, p. 203.

P.156–157 Markarian, Haig, et al., "Insecticide Residues in Foods Subjected to Fogging under Simulated Warehouse Conditions," *Abstracts,* 135th Meeting Am. Chem. Soc. (April 1959).

第十二章　人类的代价

P.161 Price, David E., "Is Man Becoming Obsolete?" *Public Health Reports,* Vol. 74 (1959), No. 8, pp. 693 - 99.

P.161 "Report on Environmental Health Problems," *Hearings,* 86th Congress, Subcom. of Com. on Appropriations, March 1960, P. 34.

P.161 Dubos, René, *Mirage of Health.* New York: Harper, 1959. World Perspectives Series. P. 171.

P.162 *Medical Research: A Midcentury Survey.* Vol. 2, *Unsolved Clinical Problems in Biological Perspective.* Boston: Little, Brown, 1955. P. 4.

P.162 "Chemicals in Food Products," *Hearings,* 81st Congress, H.R. 323, Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, 1950, p. 5. Testimony of A. J. Carlson.

P.163 Paul, A. H., "Dieldrin Poisoning—a Case Report," *New Zealand Med.* Jour., Vol. 58 (1959), p. 393.

P.163 "Insecticide Storage in Adipose Tissue," editorial, *Jour. Am. Med. Assn.,* Vol. 145 (March 10, 1951), pp. 735 - 36.

P.163–164 Mitchell, Philip H., *A Textbook of General Physiology.* New York: McGraw-Hill, 1956. 5th ed.

P.163–164 Miller, B. F., and R. Goode, *Man and His Body: The Wonders of the Human Mechanism.* New York: Simon and Schuster, 1960.

P.163–164 ubois, Kenneth P., "Potentiation of the Toxicity of Insecticidal Organic Phosphates," *A.M.A. Archives Indus.*

Health, Vol. 18 (Dec. 1958), pp. 488 - 96.

P.164–165 Gleason, Marion, et al., *Clinical Toxicology of Commercial Products*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1957.

P.165 Case, R. A. M., "Toxic Effects of DDT in Man," *Brit. Med. Jour.*, Vol. 2 (Dec. 15, 1945), pp. 842 - 45.

P.165 Wigglesworth, V. D., "A Case of DDT Poisoning in Man," *Brit. Med. Jour.*, Vol. 1 (April 14, 1945), p. 517.

P.166 Hayes, Wayland J., Jr., et al., "The Effect of Known Repeated Oral Doses of Chlorophenothane (DDT) in Man," *Jour. Am. Med.* Assn., Vol. 162 (Oct. 27, 1956), pp. 890 - 97.

P.166 Hargraves, Malcolm M., "Chemical Pesticides and Conservation Problems," address to 23rd Annual Conv. Natl. Wildlife Fed. (Feb. 27, 1959). Mimeo.

P.166–167 ——, and D. G. Hanlon, "Leukemia and Lymphoma—Environmental Diseases?" paper presented at Internatl. Congress of Hematology, Japan, Sept. 1960. Mimeo.

P.166–167 "Chemicals in Food Products," *Hearings*, 81st Congress, H.R. 323, Com. to Investigate Use of Chemicals in Food Products, 1950. Testimony of Dr. Morton S. Biskind.

P.167 Thompson, R. H. S., "Cholinesterases and Anticholinesterases," *Lectures on the Scientific Basis of Medicine*, Vol. II (1952—1953), Univ. of London. London: Athlone Press, 1954.

P.166 Laug, E. P., and F. M. Keenz, "Effect of Carbon Tetrachloride on Toxicity and Storage of Methoxychlor in

Rats," *Federation Proc.,* Vol. 10 (March 1951), p. 318.

P.167 Hayes, Wayland J., Jr., "The Toxicity of Dieldrin to Man," *Bull. World Health Organ.,* Vol. 20 (1959), pp. 891 - 912.

P.168 "Abuse of Insecticide Fumigating Devices," *Jour. Am. Med. Assn.,* Vol. 156 (Oct. 9, 1954), pp. 607 - 8.

P.168 "Chemicals in Food Products." Testimony of Dr. Paul B. Dunbar, pp. 28 - 29.

P.168–169 Smith, M. I., and E. Elrove, "Pharmacological and Chemical Studies of the Cause of So–Called Ginger Paralysis," *Public Health Reports,* Vol. 45 (1930), pp. 1703 - 16.

P.169 Durham, W. F., et al., "Paralytic and Related Effects of Certain Organic Phosphorus Compounds," *A.M.A. Archives Indus. Health,* Vol. 13 (1956), pp. 326 - 30.

P.169 Bidstrup, P. L., et al., "Anticholinesterases (Paralysis in Man Following Poisoning by Cholinesterase Inhibitors)," *Chem. and Indus.,* Vol. 24 (1954), pp. 674 - 76.

P.169 Gershon, S., and F. H. Shaw, "Psychiatric Sequelae of Chronic Exposure to Organophosphorus Insecticides," *Lancet,* Vol. 7191 (June 24, 1961), pp. 1371 - 74.

第十三章 透过一扇窄窗

P.171 Wald, George, "Life and Light," *Set. American,* Oct. 1959, pp. 40 - 42.

P.172 Rabinowitch, E. I., Quoted in *Medical Research: A Midcentury Survey. Vol. 2, Unsolved Clinical Problems in*

Biological Perspective. Boston: Little, Brown, 1955. P. 25.

P.173 Emster, L., and O. Lindberg, "Animal Mitochondria," *Annual Rev. Physiol.,* Vol. 20 (1958), pp. 13 - 42.

P.173 Siekevitz, Philip, "Powerhouse of the Cell," *Sci. American,* Vol. 197 (1957). No. 1, pp. 131 - 40.

P.173–174 Green, David EL, "Biological Oxidation," *Sci. American,* Vol. 199 (1958), No. 1, pp. 56 - 62.

P.173–174 Lehninger, Albert L., "Energy Transformation in the Cell," *Sci. American,* Vol. 202 (1960), No. 5, pp. 102 - 14.

P.174–175 ——, *Oxidative Phosphorylation.* Harvey Lectures (1953—1954), Ser. XLIX, Harvard University. Cambridge: Harvard Univ. Press, 1955. Pp. 176 - 215.

P.174–176 Siekevitz, "Powerhouse of the Cell."

P.175 Simon, E. W., "Mechanisms of Dinitrophenol Toxicity," *Biol. Rev.,* Vol. 28 (1953), pp. 453 - 79,

P.174–175 Yost, Henry T., and H. H. Robson, "Studies on the Effects of Irradiation of Cellular Particulates. III. The Effect of Combined Radiation Treatments on Phosphorylation," *Biol. Bull.,* Vol. 116 (1959), No. 3, pp. 498 - 506.

P.175 Loomis, W. F., and Lipmann, F., "Reversible Inhibition of the Coupling between Phosphorylation and Oxidation," *Jour. Biol. Chem.,* Vol. 173 (1948), pp. 807 - 8.

P.175 Brody, T. M., "Effect of Certain Plant Growth Substances on Oxidative Phosphorylation in Rat Liver Mitochondria," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.,* Vol. 80 (1952),

pp. 533 - 36.

P.175 Sacklin, J. A., et al., "Effect of DDT on Enzymatic Oxidation and Phosphorylation," *Science,* Vol. 122 (1955), pp. 377 - 78.

P.176 Danziger, L., "Anoxia and Compounds Causing Mental Disorders in Man," *Diseases Nervous System,* Vol. 6 (1945), No. 12, pp. 365 - 70.

P.176 Goldblatt, Harry, and G. Cameron, "Induced Malignancy in Cells from Rat Myocardium Subjected to Intermittent Anaerobiosis During Long Propagation in Vitro," *Jour. Exper. Med.,* Vol. 97 (1953), No. 4, pp. 525 - 52.

P.176 Warburg, Otto, "On the Origin of Cancer Cells," *Science,* Vol. 123 (1956), No. 3191, pp. 309 - 14.

P.176 "Congenital Malformations Subject of Study," *Registrar,* U.S. Public Health Service, Vol. 24, No. 12 (Dec. 1959), p. 1.

P.176 Brachet, J., *Biochemical Cytology.* New York: Academic Press, 1957. P. 516.

P.177 Genelly, Richard E., and Robert L. Rudd, "Effects of DDT, Toxaphene, and Dieldrin on Pheasant Reproduction," *Auk,* Vol. 73 (Oct. 1956), pp. 529 - 39.

P.177 Wallace, George J., To author, June 2, 1960.

P.178 Cottam, Clarence, "Some Effects of Sprays on Crops and Livestock," address to Soil Conservation Soc. of Am., Aug. 1961. Mimeo.

P.177 Bryson, M. J., et al., "DDT in Eggs and Tissues of Chickens Fed Varying Levels of DDT," *Advances in Chem.*, Ser. No. 1, 1950.

P.177 Genelly, Richard E., and Robert L. Rudd, "Chronic Toxicity of DDT, Toxaphene, and Dieldrin to Ring-necked Pheasants," *Calif. Fish and Game*, Vol. 42 (1956), No. 1, pp. 5 - 14.

P.178 Emmel, L., and M. Krupe, "The Mode of Action of DDT in Warm-blooded Animals," *Zeits. für Naturforschung*, Vol. 1 (1946), pp. 691 - 95.

P.178 Wallace, George J., To author.

P.178 Pillmore, R. E., "Insecticide Residues in Big Game Animals," U.S. Fish and Wildlife Service, pp. 1 - 10. Denver, 1961. Mimeo.

P.178 Hodge, C. H., et al., "Short-Term Oral Toxicity Tests of Methoxychlor in Rats and Dogs," *Jour. Pharmacol, and Exper. Therapeut.*, Vol. 99 (1950), p. 140.

P.179 Burlington, H., and V. F. Lindeman, "Effect of DDT on Testes and Secondary Sex Characters of White Leghorn Cockerels," *Proc. Soc. Exper. Biol, and Med.*, Vol. 74, (1950), pp. 48 - 51.

P.178 Lardy, H. A., and P. H. Phillips, "The Effect of Thyroxine and Dinitrophenol on Sperm Metabolism," *Jour. Biol. Chem.*, Vol. 149 (1943), p. 177.

P.178 "Occupational Oligospermia," letter to Editor, *Jour.*

Am. Med. Assn., Vol. 140, No. 1249 (Aug. 13, 1949).

P.179 Burnet, F. Macfarlane, "Leukemia As a Problem in Preventive Medicine," *New Eng. Jour. Med.,* Vol. 259 (1958), No. 9, pp. 423 - 31.

P.179 Alexander, Peter, "Radiation–Imitating Chemicals," *Sci. American,* Vol. 202 (1960), No. 1, pp. 99 - 108.

P.179 Simpson, George G., C. S. Pittendrigh, and L. H. Tiffany, *Life: An Introduction to Biology.* New York: Harcourt, Brace, 1957.

P.179 Burnet, "Leukemia As a Problem in Preventive Medicine."

P.179 Beam, A. G., and J. L. German III, "Chromosomes and Disease," *Sci. American,* Vol. 205 (1961), No. 5, pp. 66 - 76.

P.179 "The Nature of Radioactive Fall–out and Its Effects on Man," *Hearings,* 85th Congress, Joint Com. on Atomic Energy, Pt. 2 (June 1957), p. 1062. Testimony of Dr. Hermann J. Muller.

P.179 Alexander, "Radiation–Imitating Chemicals."

P.179 Muller, Hermann J., "Radiation and Human Mutation," *Sci. American,* Vol. 193 (1955), No. 11, pp. 58 - 68.

P.180 Conen, P. E., and G. S. Lansky, "Chromosome Damage during Nitrogen Mustard Therapy," *Brit. Med. Jour.,* Vol. 2 (Oct. 21, 1961), pp. 1055 - 57.

P.180 Blasquez, J., and J. Maier, "Ginandromorfismo en *Culex fatigans* sometidos por generaciones sucesivas a

exposiciones de DDT," *Revista de Sanidad y Assistencia Social* (Caracas), Vol. 16 (1951), pp. 607 - 12.

P.180–181 Levan, A., and J. H. Tjio, "Induction of Chromosome Fragmentation by Phenols," *Hereditas,* Vol. 34 (1948), pp. 453 - 84.

P.182 Loveless, A., and S. Revell, "New Evidence on the Mode of Action of 'Mitotic Poisons,' " *Nature,* Vol. 164 (1949), pp. 938 - 44.

P.182 Hadorn, E., et al., Quoted by Charlotte Auerbach in "Chemical Mutagenesis," *Biol. Rev.,* Vol. 24 (1949), pp. 355 - 91.

P.182–183 Wilson, S. M., et al., "Cytological and Genetical Effects of the Defoliant Endothal," *Jour, of Heredity,* Vol. 47 (1956), No. 4, pp. 151 - 55.

P.183 Vogt, quoted by W. J. Burdette in "The Significance of Mutation in Relation to the Origin of Tumors: A Review," *Cancer Research,* Vol. 15 (1955), No. 4, pp. 201 - 26.

P.183 Swanson, Carl, *Cytology and Cytogenetics.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice–Hall, 1957.

P.183 Kostoff, D., "Induction of Cytogenic Changes and Atypical Growth by Hexachlorcyclohexane," *Science,* Vol. 109 (May 6, 1949), pp. 467 - 68.

P.183 Sass, John E., "Response of Meristems of Seedlings to Benzene Hexachloride Used As a Seed Protectant," *Science,* Vol. 114 (Nov. 2, 1951), p. 466.

P.183 Shenefelt, R. D., "What's Behind Insect Control?" in *What's New in Farm Science.* Univ. of Wise. Agric. Exper. Station Bulletin 512 (Jan. 1955).

P.183–184 Croker, Barbara H., "Effects of 2,4 - D and 2,4,5 - T on Mitosis in *Allium cepa,*" *Bot. Gazette,* Vol. 114 (1953), pp. 274 - 83.

P.181 M ü hling, G. N., et al., "Cytological Effects of Herbicidal Substituted Phenols," *Weeds,* Vol. 8 (1960), No. 2, pp. 173 - 81.

P.184 Davis, David E., To author, Nov. 24, 1961.

P.184 Jacobs, Patricia A., et al., "The Somatic Chromosomes in Mongolism," *Lancet,* No. 7075 (April 4, 1959), p. 710.

P.184 Ford, C. E., and P. A. Jacobs, "Human Somatic Chromosomes," *Nature,* June 7, 1958, pp. 1565 - 68.

P.184–185 "Chromosome Abnormality in Chronic Myeloid Leukaemia," editorial, *Brit. Med. Jour.,* Vol. 1 (Feb. 4, 1961), p. 347.

P.185 Bearn and German, "Chromosomes and Disease."

P.185 Patau, K., et al., "Partial–Trisomy Syndromes. I. Sturge–Weber's Disease," *Am. Jour. Human Genetics,* Vol. 13 (1961), No. 3, pp. 287 - 98.

P.185 ——, "Partial–Trisomy Syndromes. II. An Insertion As Cause of the OFD Syndrome in Mother and Daughter," *Chromosoma* (Berlin), Vol. 12 (1961), pp. 573 - 84.

P.185 Therman, E., et al., "The D Trisomy Syndrome and XO Gonadal Dysgenesis in Two Sisters," *Am. four. Human Genetics,* Vol. 13 (1961), No. 2, pp. 193 - 204.

第十四章　每四个中有一个

P.187 Hueper, W. C., "Newer Developments in Occupational and Environmental Cancer," *A.M.A. Archives Inter. Med.,* Vol. 100 (Sept. 1957), pp. 487 - 503.

P.188 ——, *Occupational Tumors and Allied Diseases.* Springfield, Ill.: Thomas, 1942.

P.189 ——, "Environmental Cancer Hazards: A Problem of Community Health," *Southern Med. Jour.,* Vol. 50 (1957), No. 7, pp. 923 - 33.

P.189 "Estimated Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States," Annual Summary for 1959, Pt. 2, *Monthly Vital Statistics Report,* Vol. 7, No. 13 (July 22, 1959), p. 14. Natl. Office of Vital Statistics, Public Health Service.

P.189 1962 *Cancer Facts and Figures,* American Cancer Society.

P.189 *Vital Statistics of the United States, 1959.* Natl. Office of Vital Statistics, Public Health Service. Vol. I, Sec. 6, Mortality Statistics. Table 6 - K.

P.190 Hueper, W. C., *Environmental and Occupational Cancer.* Public Health Reports, Supplement 209 (1948).

P.190 "Food Additives," *Hearings,* 85th Congress, Subcom. of Com. on Interstate and Foreign Commerce, July 19, 1957. Testimony of Dr. Francis E. Ray, p. 200.

P.190 Hueper, *Occupational Tumors and Allied Diseases.*

P.190–191 ——"Potential Role of Non–Nutritive Food Additives and Contaminants as Environmental Carcinogens," *A.M.A. Archives Path.,* Vol. 62 (Sept. 1956), pp.218 - 249.

P.192 "Tolerances for Residues of Aramite," *Federal Register,* Sept. 30, 1955. Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare.

P.192 "Notice of Proposal to Establish Zero Tolerances for Aramite," *Federal Register,* April 26, 1958. Food and Drug Administration.

P.192"Aramite—Revocation of Tolerances; Establishment of Zero Tolerances," *Federal Register,* Dec. 24, 1958. Food and Drug Administration.

P.192–193 Von Oettingen, W. F., *The Halogenated Aliphatic, Olefinic, Cyclic, Aromatic, and Aliphatic–Aromatic Hydrocarbons: Including the Halogenated Insecticides, Their Toxicity and Potential Dangers.* U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare. Public Health Service Publ. No. 414 (1955).

P.192 Hueper, W. C., and W. W. Payne, "Observations on the Occurrence of Hepatomas in Rainbow Trout," *Jour. Natl. Cancer Inst.,* Vol. 27 (1961), pp. 1123 - 43.

P.192–193 VanEsch, G. J., et al., "The Production of Skin Tumours in Mice by Oral Treatment with Urethane–Isopropyl–N–Phenyl Carbamate or Isopropyl–N–Chlorophenyl Carbamate in Combination with Skin Painting with Croton Oil and Tween 60," *Brit. Jour. Cancer,* Vol. 12 (1958), pp. 355 - 62.

P.193 "Scientific Background for Food and Drug Administration Action against Aminotriazole in Cranberries." Food and Drug Administration, U.S. Dept. of Health, Education, and Welfare, Nov. 17, 1959. Mimeo.

P.193 Rutstein, David, Letter to *New York Times,* Nov. 16, 1959.

P.193–194 Hueper, W. C., "Causal and Preventive Aspects of Environmental Cancer," *Minnesota Med.,* Vol. 39 (Jan. 1956), pp. 5 - 11, 22.

P.194 "Estimated Numbers of Deaths and Death Rates for Selected Causes: United States," Annual Summary for 1960, Pt. 2, *Monthly Vital Statistics Report,* Vol. 9, No. 13 (July 28, 1961), Table 3.

P.193–194 *Robert Cushman Murphy et al. v. Ezra Taft Benson et al.* U.S. District Court, Eastern District of New York, Oct. 1959, Civ. No. 17610. Testimony of Dr. Malcolm M. Hargraves.

P.194–195 Hargraves, Malcolm M., "Chemical Pesticides and Conservation Problems," address to 23rd Annual Conv. Natl. Wildlife Fed. (Feb. 27, 1959). Mimeo.

P.195 ——, and D. G. Hanlon, "Leukemia and Lymphoma—Environmental Diseases?" paper presented at Internatl. Congress of Hematology, Japan, Sept. 1960. Mimeo.

P.195 Wright, C., et al., "Agranulocytosis Occurring after Exposure to a DDT Pyrethrum Aerosol Bomb," *Am. Jour. Med.*, Vol. 1 (1946), pp. 562 - 67.

P.196 Jedlicka, V., "Paramyeloblastic: Leukemia Appearing Simultaneously in Two Blood Cousins after Simultaneous Contact with Gammexane Hexachlorcy–clohexane)," *Acta Med. Scand.*, Vol. 161 (1958), pp. 447 - 51.

P.196–197 Friberg, L., and J. Martensson, "Case of Panmyelopthisis after Exposure to Chlorophenothane and Benzene Hexachloride," (A.M.A.) *Archives Indus. Hygiene and Occupat. Med.*, Vol. 8 (1953), No. 2, pp. 166 - 69.

P.197–199 Warburg, Otto, "On the Origin of Cancer Cells," *Science*, Vol. 123, No. 3191 (Feb. 24, 1956), pp. 309 - 14.

P.199 Sloan–Kettering Inst. for Cancer Research, *Biennial Report*, July 1, 1957 - June 30, 1959, p. 72.

P.200 Levan, Albert, and John J. Biesele, "Role of Chromosomes in Cancerogenesis, As Studied in Serial Tissue Culture of Mammalian Cells," *Annals New York Acad. Sci.*, Vol. 71 (1958), No. 6, pp. 1022 - 53.

P.200 Hunter, F. T., "Chronic Exposure to Benzene (Benzol). II. The Clinical Effects," *Jour. Indus. Hygiene and*

Toxicol., Vol. 21 (1939), pp. 331 - 54.

P.200 Mallory, T. B., et al., "Chronic Exposure to Benzene (Benzol). III. The Pathologic Results," *Jour. Indus. Hygiene and Toxicol.*, Vol. 21 (1939), pp. 355 - 93.

P.200 Hueper, *Environmental and Occupational Cancer*, pp. 1 - 69.

P.200 ——, "Recent Developments in Environmental Cancer," *A.M.A. Archives Path.*, Vol. 58 (1954), pp. 475 - 523.

P.201 Burnet, F. Macfarlane, "Leukemia As a Problem in Preventive Medicine," *New Eng. Jour. Med.*, Vol. 259 (1958), No. 9, pp. 423 - 31.

P.201 Klein, Michael, "The Transplacental Effect of Urethan on Lung Tumorigenesis in Mice," *Jour. Natl. Cancer Inst.*, Vol. 12 (1952), pp. 1003 - 10.

P.201–203 Biskind, M. S., and G. R. Biskind, "Diminution in Ability of the Liver to Inactivate Estrone in Vitamin B Complex Deficiency," *Science*, Vol. 94, No. 2446 (Nov. 1941), p. 462.

P.201–203 Biskind, G. R., and M. S. Biskind, "The Nutritional Aspects of Certain Endocrine Disturbances," *Am. Jour. Clin. Path.*, Vol. 16 (1946), No. 12, pp. 737 - 45.

P.201–203 Biskind, M. S., and G. R. Biskind, "Effect of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Estrone in the Liver," *Endocrinology*, Vol. 31 (1942), No. 1, pp. 109 - 14.

P.201–203 Biskind, M. S., and M. C. Shelesnyak, "Effect

of Vitamin B Complex Deficiency on Inactivation of Ovarian Estrogen in the Liver," *Endocrinology,* Vol. 30 (1942), No. 5, pp. 819 - 20.

P.201–203 Biskind, M. S., and G. R. Biskind, "Inactivation of Testosterone Propionate in the Liver During Vitamin B Complex Deficiency. Alteration of the Estrogen–Androgen Equilibrium," *Endocrinology,* Vol. 32 (1943), No. 1, pp. 97 - 102.

P.202 Greene, H. S. N., "Uterine Adenomata in the Rabbit. III. Susceptibility As a Function of Constitutional Factors," *Jour. Exper. Med.,* Vol. 73 (1941), No. 2, pp. 273 - 92.

P.202 Horning, E. S., and J. W. Whittick, "The Histogenesis of Stil–boestrol–Induced Renal Tumours in the Male Golden Hamster," *Brit. Jour. Cancer,* Vol. 8 (1954), pp. 451 - 57.

P.202 Kirkman, Hadley, *Estrogen–Induced Tumors of the Kidney in the Syrian Hamster.* U.S. Public Health Service, Natl. Cancer Inst. Monograph No. 1 (Dec. 1959).

P.202 Ayre, J. E., and W. A. G. Bauld, "Thiamine Deficiency and High Estrogen Findings in Uterine Cancer and in Menorrhagia," *Science,* Vol. 103, No. 2676 (April 12, 1946), pp. 441 - 45.

P.202–203 Rhoads, C. P., "Physiological Aspects of Vitamin Deficiency," *Proc. Inst. Med. Chicago,* Vol. 13 (1940), p. 198.

P.202–203 Sugiura, K., and C. P. Rhoads, "Experimental Liver Cancer in Rats and Its Inhibition by Rice–Bran Extract, Yeast, and Yeast Extract," *Cancer Research,* Vol. 1 (1941), pp. 3 - 16.

P.203 Martin, H., "The Precancerous Mouth Lesions of Avitaminosis B. Their Etiology, Response to Therapy and Relationship to Intra–oral Cancer," *Am. Jour. Surgery,* Vol. 57 (1942), pp. 195 - 225.

P.203 Tannenbaum, A., "Nutrition and Cancer," in Freddy Homburger, ed., *Physiopathology of Cancer.* New York: Harper, 1959. 2nd ed. A Paul B. Hoeber Book. P. 552.

P.203 Symeonidis, A., "Post–starvation Gynecomastia and Its Relationship to Breast Cancer in Man," *Jour. Natl. Cancer Inst.,* Vol. 11 (1950), p. 656.

P.203 Davies, J. N. P., "Sex Hormone Upset in Africans," *Brit. Med. Jour.,* Vol. 2 (1949), pp. 676 - 79.

P.203 Hueper, "Potential Role of Non–Nutritive Food Additives."

P.204 VanEsch et al., "Production of Skin Tumours in Mice by Carbamates."

P.204 Berenblum, I., and N. Trainin, "Possible Two–Stage Mechanism in Experimental Leukemogenesis," *Science,* Vol. 132 (July 1, 1960), pp. 40 - 41.

P.204 Hueper, W. C., "Cancer Hazards from Natural and Artificial Water Pollutants," *Proc.,* Conf. on Physiol. Aspects of

Water Quality, Washington, D.C., Sept. 8 - 9, 1960, pp. 181 - 93. U.S. Public Health Service.

P.205 Hueper and Payne, "Observations on Occurrence of Hepatomas in Rainbow Trout."

P.205–206 Sloan–Kettering Inst.for Cancer Research, *Biennial Report,* 1957–1959

P.206–207 Hueper, W. C., To author.

第十五章　大自然在反抗

P.209 Briejèr, C. J., "The Growing Resistance of Insects to Insecticides," *Atlantic Naturalist,* Vol. 13 (1958), No. 3, pp. 149 - 55.

P.211 Metcalf, Robert L., "The Impact of the Development of Organo–phosphorus Insecticides upon Basic and Applied Science," *Bull. Entomol. Soc. Am.,* Vol. 5 (March 1959), pp. 3 - 15.

P.211 Ripper, W. E., "Effect of Pesticides on Balance of Arthropod Populations," *Annual Rev. Entomol.,* Vol. 1 (1956), pp. 403 - 38.

P.211 Allen, Durward L., *Our Wildlife Legacy.* New York: Funk & Wagnalls, 1954. Pp. 234 - 36.

P.212 Sabrosky, Curtis W., "How Many Insects Are There?" *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 1 - 7.

P.212 Bishopp, F. C., "Insect Friends of Man," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 79 - 87.

P.213 Klots, Alexander B., and Elsie B. Klots, "Beneficial Bees, Wasps, and Ants," *Handbook on Biological Control of Plant Pests,* pp. 44 - 46. Brooklyn Botanic Garden. Reprinted from *Plants and Gardens,* Vol. 16 (1960), No. 3.

P.213–215 Hagen, Kenneth S., "Biological Control with Lady Beetles," *Handbook on Biological Control of Plant Pests,* pp. 28 - 35.

P.214 Schlinger, Evert I., "Natural Enemies of Aphids," *Handbook on Biological Control of Plant Pests,* pp. 36 - 42.

P.215 Bishopp, "Insect Friends of Man."

P.216 Ripper, "Effect of Pesticides on Arthropod Populations."

P.216 Davies, D. M., "A Study of the Black–fly Population of a Stream in Algonquin Park, Ontario," *Transactions, Royal Canadian Inst.,* Vol. 59 (1950), pp. 121 - 59.

P.216 Ripper, "Effect of Pesticides on Arthropod Populations."

P.216 Johnson, Philip C., *Spruce Spider Mite Infestations in Northern Rocky Mountain Douglas–Fir Forests.* Research Paper 55, Intermountain Forest and Range Exper. Station, U.S. Forest Service, Ogden, Utah, 1958.

P.216–217 Davis, Donald W., "Some Effects of DDT on Spider Mites," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 45 (1952), No. 6, pp. 1011 - 19.

P.218 Gould, E., and E. O. Hamstead, "Control of the Red–

banded Leaf Roller," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 41 (1948), pp. 887 - 90.

P.218 Pickett, A. D., "A Critique on Insect Chemical Control Methods," *Canadian Entomologist,* Vol. 81 (1949), No. 3, pp. 1 - 10.

P.218 Joyce, R. J. V., "Large–Scale Spraying of Cotton in the Gash Delta in Eastern Sudan," *Bull. Entomol. Research,* Vol. 47 (1956), pp. 390 - 413.

P.219 Long, W. H., et al., "Fire Ant Eradication Program Increases Damage by the Sugarcane Borer," *Sugar Bull.,* Vol. 37 (1958), No. 5, pp. 62 - 63.

P.219 Luckmann, William H., "Increase of European Corn Borers Following Soil Application of Large Amounts of Dieldrin," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 53 (1960), No. 4, pp. 582 - 84.

P.219 Haeussler, G. J., "Losses Caused by Insects," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 141 - 46.

P.219 Clausen, C. P., "Parasites and Predators," *Yearbook of Agric.,* U.S. Dept. of Agric., 1952, pp. 380 - 88.

P.220 ——, *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States.* U.S. Dept. of Agric. Technical Bulletin No. 1139 (June 1956), pp. 1 - 151.

P.220 DeBach, Paul, "Application of Ecological Information to Control of Citrus Pests in California," *Proc.,* 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956), Vol. 3 (1958),

pp. 187 - 94.

P.221 Laird, Marshall, "Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health," *Acta Tropica,* Vol. 16 (1959), No. 4, pp. 331 - 55.

P.221 Harrington, R. W., and W. L. Bidlingmayer, "Effects of Dieldrin on Fishes and Invertebrates of a Salt Marsh," *Jour. Wildlife Management,* Vol. 22 (1958), No. 1, pp. 76 - 82.

P.221–222 *Liver Flukes in Cattle.* U.S. Dept. of Agric. Leaflet No. 493 (1961).

P.222 Fisher, Theodore W., "What Is Biological Control?" *Handbook on Biological Control of Plant Pests,* pp. 6 - 18. Brooklyn Botanic Garden. Reprinted from *Plants and Gardens,* Vol. 16 (1960), No. 3.

P.223 Jacob, F. H., "Some Modern Problems in Pest Control," *Science Progress,* No. 181 (1958), pp. 30 - 45.

P.223–224 Pickett, A. D., and N. A. Patterson, "The Influence of Spray Programs on the Fauna of Apple Orchards in Nova Scotia. IV. A Review," *Canadian Entomologist,* Vol. 85 (1953), No. 12, pp. 472 - 78.

P.223–224 Pickett, A. D., "Controlling Orchard Insects," *Agric. Inst. Rev.,* March - April 1953.

P.224——, "The Philosophy of Orchard Insect Control," 79th *Annual Report,* Entomol. Soc. of Ontario (1948), pp. 1 - 5.

P.224–225 ——, "The Control of Apple Insects in Nova

Scotia." Mimeo.

P.225 Ullyett, G. C., "Insects, Man and the Environment," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 44 (1951), No. 4, pp. 459 - 64.

第十六章 崩溃的隆隆声

P.226–227 Babers, Frank H., *Development of Insect Resistance to Insecticides.* U.S. Dept. of Agric., E 776 (May 1949).

P.226–227 ——, and J. J. Pratt, *Development of Insect Resistance to Insecticides. II. A Critical Review of the Literature up to 1951.* U.S. Dept. of Agric., E 818 (May 1951).

P.227 Brown, A. W. A., "The Challenge of Insecticide Resistance," *Bull. Entomol. Soc. Am.,* Vol. 7 (1961), No. 1, pp. 6 - 19.

P.227 ——, "Development and Mechanism of Insect Resistance to Available Toxicants," *Soap and Chem. Specialties,* Jan. 1960.

P.227 *Insect Resistance and Vector Control.* World Health Organ. Technical Report Ser. No. 153 (Geneva, 1958), p. 5.

P.228 Elton, Charles S., *The Ecology of Invasions by Animals and Plants.* New York: Wiley, 1958. P. 181.

P.228 Babers and Pratt, *Development of Insect Resistance to Insecticides,* II.

P.229 Brown, A. W. A., *Insecticide Resistance in Arthropods.* World Health Organ. Monograph Ser. No. 38 (1958),

pp. 13, 11.

P.229 Quarterman, K. D., and H. F. Schoof, "The Status of Insecticide Resistance in Arthropods of Public Health Importance in 1956," *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene,* Vol. 7 (1958), No. 1, pp. 74 - 83.

P.229 Brown, *Insecticide Resistance in Arthropods.*

P.229 Hess, Archie D., "The Significance of Insecticide Resistance in Vector Control Programs," *Am. Jour. Trop. Med. and Hygiene,* Vol. 1 (1952), No. 3, pp. 371 - 88.

P.229–230 Lindsay, Dale R., and H. I. Scudder, "Nonbiting Flies and Disease," *Annual Rev. Entomol.,* Vol. 1 (1956), pp. 323 - 46.

P.229–230 Schoof, H. F., and J. W. Kilpatrick, "House Fly Resistance to Organo–phosphorus Compounds in Arizona and Georgia," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 51 (1958), No. 4, p. 546.

P.229–232 Brown, "Development and Mechanism of Insect Resistance."

P.229–232 ——, *Insecticide Resistance in Arthropods.*

P.229–232 ——, "Challenge of Insecticide Resistance."

P.229–232 ——, *Insecticide Resistance in Arthropods.*

P.229–232 ——, "Development and Mechanism of Insect Resistance."

P.229–232 ——, *Insecticide Resistance in Arthropods.*

P.229–232 ——, "Challenge of Insecticide Resistance."

P.233 Anon., "Brown Dog Tick Develops Resistance to

Chlordane," *New Jersey Agric.*, Vol. 37 (1955), No. 6, pp. 15 - 16.

P.233 *New York Herald Tribune,* June 22, 1959; also J. C. Pallister, To author, Nov. 6, 1959.

P.233 Brown, "Challenge of Insecticide Resistance."

P.234 Hoffmann, C. H., "Insect Resistance," Soap, Vol. 32 (1956), No. 8, pp. 129 - 32.

P.234–236 Brown, A. W. A., *Insect Control by Chemicals.* New York: Wiley, 1951.

P.235 Briejèr, C. J., "The Growing Resistance of Insects to Insecticides," *Atlantic Naturalist,* Vol. 13 (1958), No. 3, pp. 149 - 55.

P.235–236 Laird, Marshall, "Biological Solutions to Problems Arising from the Use of Modern Insecticides in the Field of Public Health," *Acta Tropica,* Vol. 16 (1959), No. 4, pp. 331 - 55.

P.235–236 Brown, *Insecticide Resistance in Arthropods.*

P.235–236 ——, "Development and Mechanism of Insect Resistance."

P.237 Briejèr, "Growing Resistance of Insects to Insecticides."

P.237 "Pesticides—1959," *Jour. Agric. and Food Chem.,* Vol. 7 (1959), No. 10, p. 680.

P.237–238 Briejèr, "Growing Resistance of Insects to Insecticides."

第十七章 另一条道路

P.240 Swanson, Carl P., *Cytology and Cytogenetics.* Englewood Cliffs, N.J.: Prentice–Hall, 1957.

P.240–241 Knipling, E. F., "Control of Screw–Worm Fly by Atomic Radiation," *Sci. Monthly,* Vol. 85 (1957), No. 4, pp. 195 - 202.

P.240 ——, *Screwworm Eradication: Concepts and Research Leading to the Sterile–Male Method.* Smithsonian Inst. Annual Report, Publ. 4365 (1959).

P.241 Bushland, R. C., et al., "Eradication of the Screw–Worm Fly by Releasing Gamma–Ray–Sterilized Males among the Natural Population," *Proc.,* Internatl. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, Aug. 1955, Vol. 12, pp. 216 - 20.

P.241 Lindquist, Arthur W., "The Use of Gamma Radiation for Control or Eradication of the Screwworm," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 48 (1955), No. 4, pp. 467 - 69.

P.242 ——, "Research on the Use of Sexually Sterile Males for Eradication of Screw–Worms," *Proc.,* Inter–Am. Symposium on Peaceful Applications of Nuclear Energy, Buenos Aires, June 1959, pp. 229 - 39.

P.242 "Screwworm vs. Screwworm," *Agric. Research,* July 1958, p. 8. U.S. Dept. of Agric.

P.243 "Traps Indicate Screwworm May Still Exist in Southeast." U.S. Dept. of Agric. Release No. 1502 - 59 (June 3,

1959). Mimeo.

P.242 Potts, W. H., "Irradiation and the Control of Insect Pests," *Times* (London) Sci. Rev., Summer 1958, pp. 13 - 14.

P.241–242 Knipling, *Screwworm Eradication: Sterile–Male Method.*

P.241–243 Lindquist, Arthur W., "Entomological Uses of Radioisotopes," in *Radiation Biology and Medicine.* U.S. Atomic Energy Commission, 1958. Chap. 27, Pt. 8, pp. 688 - 710.

P.243 ——, "Research on the Use of Sexually Sterile Males."

P.244 "USDA May Have New Way to Control Insect Pests with Chemical Sterilants." U.S. Dept. of Agric. Release No. 3587 - 61 (Nov. 1, 1961). Mimeo.

P.244 Lindquist, Arthur W., "Chemicals to Sterilize Insects," *Jour. Washington Acad. Sci.*, Nov. 1961, pp. 109 - 14.

P.244 ——, "New Ways to Control Insects," *Pest Control Mag.*, June 1961.

P.244 LaBrecque, G. C., "Studies with Three Alkylating Agents As House Fly Sterilants," *Jour. Econ. Entomol.*, Vol. 54 (1961), No. 4, pp. 684 - 89.

P.245 Knipling, E. F., "Potentialities and Progress in the Development of Chemosterilants for Insect Control," paper presented at Annual Meeting Entomol. Soc. of Am., Miami, 1961.

P.245 ——, "Use of Insects for Their Own Destruction," *Jour. Econ. Entomol.,* Vol. 53 (1960), No. 3, pp. 415 - 20.

P.245 Mitlin, Norman, "Chemical Sterility and the Nucleic Acids," paper presented Nov. 27, 1961, Symposium on Chemical Sterility, Entomol. Soc. of Am., Miami.

P.246 Alexander, Peter, To author, Feb. 19, 1962.

P.246 Eisner, T., "The Effectiveness of Arthropod Defensive Secretions," in Symposium 4 on "Chemical Defensive Mechanisms," 11th Internatl. Congress of Entomologists, Vienna (1960), pp. 264 - 67. Offprint.

P.246-247 ——, "The Protective Role of the Spray Mechanism of the Bombardier Beetle, Brachynus ballistarius Lec.," *Jour. Insect Physiol.,* Vol. 2 (1958), No. 3, pp. 215 - 20.

P.247 ——, "Spray Mechanism of the Cockroach *Diploptera punctata,*" *Science,* Vol. 128, No. 3316 (July 18, 1958), pp. 148 - 49.

P.247 Williams, Carroll M., "The Juvenile Hormone," *Sci. American,* Vol. 198, No. 2 (Feb. 1958), p. 67.

P.247 "1957 Gypsy-Moth Eradication Program." U.S. Dept. of Agric. Release 858-57-3. Mimeo.

P.247 Brown, William L., Jr., "Mass Insect Control Programs: Four Case Histories," *Psyche,* Vol. 68 (1961), Nos. 2 - 3, pp. 75 - 111.

P.247 Jacobson, Martin, et al., "Isolation, Identification, and Synthesis of the Sex Attractant of Gypsy Moth," *Science,*

Vol. 132, No. 3433 (Oct. 14, 1960), p. 1011.

P.248 Christenson, L. D., "Recent Progress in the Development of Procedures for Eradicating or Controlling Tropical Fruit Flies," *Proc.,* 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956), Vol. 3 (1958), pp. 11 - 16.

P.248 Hoffmann, C. H., "New Concepts in Controlling Farm Insects," address to Internatl. Assn. Ice Cream Manuf. Conv., Oct. 27, 1961. Mimeo.

P.248 Frings, Hubert, and Mable Frings, "Uses of Sounds by Insects," *Annual Rev. Entomol.,* Vol. 3 (1958), pp. 87 - 106.

P.249 *Research Report,* 1956—1959. Entomol. Research Inst, for Biol. Control, Belleville, Ontario. Pp. 9 - 45.

P.249 Kahn, M. C., and W. Offenhauser, Jr., "The First Field Tests of Recorded Mosquito Sounds Used for Mosquito Destruction," *Am. Jour. Trop. Med.,* Vol. 29 (1949), pp. 800 - 27.

P.249 Wishart, George, To author, Aug. 10, 1961.

P.249 Beirne, Bryan, To author, Feb. 7, 1962.

P.249 Frings, Hubert, To author, Feb. 12, 1962.

P.249 Wishart, George, To author, Aug. 10, 1961.

P.249 Frings, Hubert, et al., "The Physical Effects of High Intensity Air-Borne Ultrasonic Waves on Animals," *Jour. Cellular and Compar. Physiol.,* Vol. 31 (1948), No. 3, pp. 339 - 58.

P.249–250 Steinhaus, Edward A., "Microbial Control—The

Emergence of an Idea," *Hilgardia*, Vol. 26, No. 2 (Oct. 1956), pp. 107 - 60.

P.250 ——, "Concerning the Harmlessness of Insect Pathogens and the Standardization of Microbial Control Products," *Jour. Econ. Entomol.*, Vol. 50, No. 6 (Dec. 1957), pp. 715 - 20.

P.250 ——, "Living Insecurities," *Sri. American*, Vol. 195, No. 2 (Aug. 1956), pp. 96 - 104.

P.250 Angus, T. A., and A. E. Heimpel, "Microbial Insecticides," *Research for Farmers*, Spring 1959, pp. 12 - 13. Canada Dept. of Agric.

P.250 Heimpel, A. M., and T. A. Angus, "Bacterial Insecticides," *Bacteriol. Rev.*, Vol. 24 (1960), No. 3, pp. 266 - 88.

P.251 Briggs, John D., "Pathogens for the Control of Pests," *Biol, and Chem. Control of Plant and Animal Pests.* Washington, D.C., Am. Assn. Advancement Sci., 1960. Pp. 137 - 48.

P.250–251 "Tests of a Microbial Insecticide against Forest Defoliators," *Bi–Monthly Progress Report*, Canada Dept. of Forestry, Vol. 17, No. 3 (May - June 1961).

P.250–251 Steinhaus, "Living Insecticides."

P.250–251 Tanada, Y., "Microbial Control of Insect Pests," *Annual Rev. Entomol.*, Vol. 4 (1959), pp. 277 - 302.

P.252 Steinhaus, "Concerning the Harmlessness of Insect

Pathogens."

P.252 Clausen, C. P., *Biological Control of Insect Pests in the Continental United States.* U.S. Dept. of Agric. Technical Bulletin No. 1139 (June 1956), pp. 1 - 151.

P.252 Hoffmann, C. H., "Biological Control of Noxious Insects, Weeds," *Agric. Chemicals,* March - April 1959.

P.252 DeBach, Paul, "Biological Control of Insect Pests and Weeds," *Jour. Applied Nutrition,* Vol. 12 (1959), No. 3, pp. 120 - 34.

P.253 Ruppertshofen, Heinz, "Forest–Hygiene," address to 5th World Forestry Congress, Seattle, Wash. (Aug. 29 - Sept. 10, 1960).

P.253 ——, To author, Feb. 25, 1962.

P.254 G · sswald, Karl, *Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene.* L ü neburg: Metta Kinau Verlag, n.d.

P.254 ——, To author, Feb. 27, 1962.

P.254–256 Balch, R. E., "Control of Forest Insects," *Annual Rev. Entomol.,* Vol. 3 (1958), pp. 449 - 68.

P.255 Buckner, C. H., "Mammalian Predators of the Larch Sawfly in Eastern Manitoba," *Proc.,* 10th Internatl. Congress of Entomologists (1956), Vol. 4 (1958), pp. 353 - 61.

P.255 Morris, R. F., "Differentiation by Small Mammal Predators between Sound and Empty Cocoons of the European Spruce Sawfly," *Canadian Entomologist,* Vol. 81 (1949), No. 5.

P.256 MacLeod, C. F., "The Introduction of the Masked

Shrew into Newfoundland," *Bi–Monthly Progress Report,* Canada Dept. of Agric., Vol. 16, No. 2 (March - April 1960).

P.256 ——, To author, Feb. 12, 1962.

P.256 Carroll, W. J., To author, March 8, 1962.

[General Information]
书名=寂静的春天
作者=（美）蕾切尔·卡森著；庞洋译
页数=322
SS号=13726951
DX号=
出版日期=2015.02
出版社=台海出版社